W. M. Wheeler
IV 6 99

Der Dottersack des Huhnes

von

Hans Virchow.

Hierzu Tafel X—XIV.

150

MICROFILMED
AT HARVARD

Widmung.

Beim Niederschreiben der nachfolgenden Seiten musste ich auf's Lebhafteste an die Zeit erinnert werden, da ich meine aus Würzburg mitgebrachten Präparate über den Dottersack des Huhnes auf dem Berliner pathologischen Institut durcharbeitete, um sie zur Grundlage meiner Dissertation zu machen. Wie ich hoffe, hat die Erziehung zum selbständigen Arbeiten und zum ernsthaften Durchdenken, welche den Unterricht an jener Anstalt durchdrangen, damals auch auf mich gewirkt; und ich bemerke mit Freude, dass meine bruchstückartigen Mittheilungen sich doch in einen grösseren Aufbau fügen, ohne einer Umarbeitung zu bedürfen. Vielleicht hat der Geist der Kritik und Besonnenheit, den wir immer vor Augen hatten, meinen Blick geschärft und mich veranlasst, Weniges zu bringen, aber Sicheres, mich nicht im Speculiren zu ergehen, obwohl ich einen grösseren physiologischen Zusammenhang vor Augen behielt. So möge denn diese neue Arbeit, in welcher die Kenntniss vom Dotterorgan des Huhnes weiter geführt, aber nicht abgeschlossen ist, Dir, mein lieber Vater, als eine Gabe bei einer so schönen Veranlassung dargebracht sein.

Einleitung.

Das Dottersackepithel des Huhnes bot den Ausgangspunkt meiner Untersuchung und steht im Mittelpunkte meiner Darstellung. Diese Frage ist aber mit zahlreichen anderen Fragen im Zusammenhang; es sind so viele Betrachtungen theils mit Recht, theils mit Unrecht mit ihr verknüpft worden, und es ist in die natürliche und einfache Betrachtung des Dottersackentoblasten als solchen, d. h. als Entoblasten, so gewaltsam eingegriffen worden von fremdartigen Auffassungen aus, dass es sich kaum umgehen lässt, auch zu letzteren Stellung zu nehmen. Ich will daher die Gesammtheit derjenigen Fragen, welche uns theils durch die Natur des Gegenstandes, theils durch die litterarische Situation vorgelegt sind, aufführen, damit der Leser die Stellung unserer Aufgabe innerhalb eines grösseren Zusammenhanges ermesse.

1. Das Studium des Dottersackepithels schliesst die Aufgabe ein, die Entwicklung desselben zurückzuverfolgen bis zu dem in Furchung begriffenen Keim.

2. Bei dem Studium dieser Entwicklung muss man sich klar werden über die so viel genannten „Dotterzellen".

3. Da das Dottersackepithel bestimmt ist, Dotter aufzunehmen und zu verarbeiten, so muss man auch die Beschaffenheit des letzteren in den verschiedenen Stufen der Entwicklung kennen lernen. Diese Untersuchung ist natürlich nicht nur eine morphologische, sondern ebenso, oder vielleicht mehr noch, eine chemische. Ich habe daher schon im Anschluss an meine Dissertation begonnen, mich mit der chemischen Untersuchung des Dotters zu befassen in dem chemischen

Laboratorium des hiesigen pathologischen Institutes unter Leitung des Herrn Professor Salkowski. Ein schöner Neurin-Platinchlorid-Krystall ist in der Sammlung des Institutes als Spur dieser Untersuchung erhalten geblieben, doch musste ich die letztere fallen lassen.

4. Die Endschicksale des Dottersackes, insbesondere seines Epithels, Zeit und Art seines Zugrundegehens müssen gleichfalls verfolgt werden.

5. Die Aufsuchung der Orte, in welche die aufgenommenen Dotterbestandtheile zunächst gelangen, und der Wege, auf welchen dies geschieht, ist die nothwendige Ergänzung der vorausgehenden Betrachtung. Unter diesen Orten verrieth sich schon makroskopisch die Leber des jungen Hühnchens durch Grösse und Farbe, aber auch im Bindegewebe findet man Anhaltspunkte für das Studium. Eine Kenntniss in der angedeuteten Richtung ist nicht allein an sich interessant, sondern für die Beurtheilung des Dottersackepithels selbst nothwendig, da wir nur dadurch erfahren können, in welchem Zustande die von dem Epithel aufgenommenen Dotterbestandtheile dasselbe wieder verlassen.

6. Der Mechanismus, durch welchen der Dottersack in die Leibeshöhle des zum Ausschlüpfen reifen Hühnchens aufgenommen wird, ist bisher nicht bekannt.

7. Wenn man die Entwicklung des Dottersackes verfolgt, so stösst man in der Litteratur auf die verschiedenen „parablastischen" Lehren, welche ja während mehrerer Jahre, wenigstens in Deutschland, so viel Einfluss gewonnen hatten. Der Leser wolle nur berücksichtigen, dass Toldt in der neusten Auflage seines Lehrbuches der Gewebelehre (27. S. 5) den Unterschied archiblastischer und parablastischer Gewebe zur Grundlage seiner Eintheilung macht, und dass Rindfleisch (22. S. 62) auch in die Geschwulstlehre die His'sche Ausdruckweise von archiblastischen und parablastischen Geweben eingeführt hat; und man wird ermessen, dass der Einfluss der parablastischen Lehren viel weiter gedrungen ist, als man gemeinhin glaubt.

8. Aus dem „organisirten Keimwall" (His), d. h. aus der Formation, welche der Vorläufer des Dottersackepithels ist, hat man die Blutzellen abgeleitet. Das haben sehr viele Forscher, nicht nur Parablastiker, sondern auch andere gethan, und man kann sie in zwei Gruppen sondern, indem ein Theil derselben die Blutzellen aus dem Dotter, der andere Theil sie aus dem Entoblasten entstehen lässt.

9. Die Frage des Gefässendothels und des Mesoderms, so leicht sie sich theoretisch von der der Blutzellen trennen lässt, muss

doch wegen der nahen räumlichen Beziehungen mit berücksichtigt werden, wenn man die Entstehung der Blutzellen untersucht.

10. Auch die Coelombildung müsste bei der Untersuchung mit beachtet werden, da in den vorderen Theilen der Keimscheibe die Bildung des Aussencoeloms mit der der Blutinseln gleichzeitig auftritt, während im hinteren Theile der Keimhaut die Blutinseln früher auftreten.

11. Das Studium des Dotterorganes der übrigen Wirbelthiere lässt sich im Zusammenhange unserer Frage kaum umgehen, und zwar aus folgendem Grunde. Verschiedene Forscher, in erster Linie His und Waldeyer (31. S. 32) haben anscheinend eine Bestätigung ihrer parablastischen Ideen bei anderen dotterreichen Wirbelthieren, den Selachiern und Knochenfischen gefunden; es ist daher nothwendig, auch diese Positionen aufzusuchen und anzugreifen. Wir würden damit fortschreiten zu einer Untersuchung, die nicht nur negativen oder kritischen Werth besitzt, sondern auch positiven; eine solche Untersuchung muss dahin führen, an Stelle der zwar vergleichenden aber nicht morphologischen Betrachtung von His und Waldeyer eine wirklich vergleichend morphologische zu setzen. Ueber das Ergebniss einer solchen sei einstweilen nur Folgendes bemerkt: das Dotterorgan der Vögel ist mit dem der übrigen Amnioten und der Amphibien im strengeren Sinne homolog, und es finden sich allmähliche Uebergänge, welche von dem Dotterorgan der Amphibien mit dotterarmen Eiern (Batrachier, Tritonen) über das der Amphibien mit dotterreicheren Eiern (Salamandra), Ichthyophis, Reptilien und Vögel bis zu dem der Säugethiere hinführen. Das Dotterorgan der Selachier und Knochenfische dagegen ist zwar dem der höheren Wirbelthiere wohl auch in letzter Linie homolog, aber doch nicht in so engem Sinne. Es bestehen also in Hinsicht des Dotterorganes dieselben nahen Beziehungen einerseits und entfernteren Beziehungen andererseits, wie sie nach der Stellung der Thiere im System zu erwarten waren. Mithin geht es nicht an, die Verhältnisse der Knochenfische und Selachier auf die der Vögel mit Uebersprungung der Amphibien zu beziehen und die einen aus den anderen zu erklären. Im Hinblick auf die von Waldeyer in dem Aufsatze Archiblast und Parablast (31) entwickelten Ideen sei noch besonders bemerkt, dass die Vorgänge am Dotterorgan der Selachier und Knochenfische verschieden sind von denen der Reptilien und Vögel, obwohl die Eier der einen wie der anderen meroblastisch sind; dass dagegen die Vorgänge am Dotterorgan aller höheren Wirbelthiere von den Amphibien aufwärts im engeren Sinne homolog sind, obwohl die Eier vieler Amphibien und die der Säugethiere holoblastisch, die der Reptilien und Vögel dagegen meroblastisch sind. Der Versuch,

unter Vermittelung der „secundären Furchung“ diese im Sinne von Waldeyer gefasst, zu der Erklärung des Parablasten zu kommen, also von dem Begriff der Furchung aus die Vorgänge am Dotterorgan zu deduciren, fördert uns nicht, sondern führt uns im Gegentheil von dem natürlichen Gange der Betrachtung ab. Ich betone dies umsomehr, da diese deductive, von der Furchung ausgehende Art der Betrachtung für embryologische Vorlesungen sehr verlockend ist, und da sie demgemäss auch in das Hertwig'sche Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte Eingang gefunden hat.

Obwohl ich von den aufgeführten Fragen nur einen Theil berücksichtigt, einige genauer behandelt, einige gestreift habe, so wollte ich sie doch alle nennen, weil dadurch der grössere Zusammenhang klar wird, in welchen sich meine Mittheilung einreiht.

Allem Uebrigen voran möchte ich drei Bemerkungen machen, durch welche ich hoffen kann, die Gedanken des Lesers in die Bahn hineinzuschieben, in welcher sich meine Auseinandersetzungen bewegen. Von diesen Bemerkungen betrifft die erste die Area pellucida, die zweite die subgerminale Höhle und den perilecithalen Spalt, die dritte die Wülste des Entoderms.

1. Area pellucida. — Die Area pellucida ist am Ende des ersten und am Anfang des zweiten Tages, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, birnförmig gestaltet, d. h. sie besteht aus einem grösseren vorderen und einem kleineren hinteren Felde. Wohl zu beachten ist dabei, dass die Gestalt der Area pellucida und ihre Ausdehnung individuell ausserordentlich wechselt bei gleicher Stufe der Entwicklung der Keimscheibe; das ist insofern von Bedeutung, als in dem einen Falle ein geringerer, in dem anderen ein grösserer Theil der Blutinseln in die Area pellucida fällt. Ueber den Unterschied des Entoderms in der Area pellucida und in der Area opaca ist, wie man weiss, unendlich viel geschrieben worden, aber die Frage ist nicht entschieden, was die Area pellucida bedeutet. Ja meines Wissens ist diese Frage überhaupt niemals aufgestellt worden, nie ist untersucht worden, warum die Area pellucida diese eigenthümliche birnförmige Gestalt besitzt. Es ist allerdings dargestellt worden, dass sich dieselbe ursprünglich kreisförmig begrenzt, und dass durch Aufhellung von Theilen der Area opaca am hinteren Rande der ursprünglichen Anlage die Birnform entsteht, aber das ist ja keine „Erklärung“, sondern nur eine Thatsache, die eben der Erklärung bedarf; es könnte ja ganz ebensogut die Aufhellung ringsherum gleichmässig vor sich gehen.

Die Erklärung für die eigenthümliche Form der Area pellucida findet man erst, wenn man spätere Stufen der Entwicklung berücksichtigt, und ich lege hier die Abbildung eines Hühnchens vom

sechsten Tage mit dem Amnios vor: das den Embryo einschliessende Amnios stellt eine bohnenförmig gestaltete Blase dar, die jedoch in

Fig. 1.

ihrem vorderen Abschnitt stärker ausgedehnt ist, als in ihrem hinteren Abschnitt; der Nabelgegend entsprechend ist dieselbe stark eingezogen. Dort nun, wo diese Blase gegen den Dottersack drückt, also dem Kopfende und dem Schwanzende des Embryo entsprechend, findet man am Dottersack plattes Epithel, dort aber, wo das Amnios keinen Druck gegen das proximale Dottersackfeld ausübt, den Weichen des Thieres entsprechend, springt das hohe Epithel des Dottersackes in Form einer Ecke zwischen das vordere grössere und hintere kleinere Feld der Area pellucida vor. Diese Ecke entspricht genau der Stelle, an welcher die A. vitellina die Area opaca betritt. In den späteren Stadien der Entwicklung verwischt sich der Unterschied zwischen der Area opaca und Area pellucida allmählich. Das Epithel am proximalen Pole des Dottersackes bleibt zwar niedriger als das am Aequator, aber es geht doch die extreme Abplattung der Zellen und die scharfe Abgrenzung beider Höfe verloren.

Die „Erklärung", welche ich für die Gestalt der Area pellucida gebe, ist also eine teleologische, sie ist keine histiogenetische, auch keine causalmechanische, denn das flache Epithel des proximalen Dottersackfeldes bildet sich ja bereits zu einer Zeit, wo der Druck des Embryo und des Amnios noch gar nicht auf diese Stelle wirkt. Wir können diesen in so frühe Stufen der Entwicklung zurückreichenden Einfluss einen cänogenetischen nennen. Eine in gewisser Weise ähnliche Erscheinung bemerken wir an dem Ectoderm der Säugethiere: hier bildet sich sehr frühzeitig, bevor eine Spur der Amniosfalten hervortritt, eine Differenzirung im Ectoderm aus; in einem proximalen Felde bleibt das Ectoderm flach, in einer angrenzenden Zone dagegen, welche beim Kaninchen hufeisenförmig, bei der Fledermaus ringförmig (v. Beneden) gestaltet ist, wird es hoch. Die Erklärung für diesen Unterschied ergiebt sich erst später, indem sich beim Erheben der Amniosfalten zeigt, dass das niedrige Epithel in die Amnioshöhle zu liegen kommt, das hohe dagegen mit der Placentarstelle in nähere Verbindung tritt.

Meine Erklärung der Form der Area pellucida wird nicht all-

gemeinen Anklang finden, ja mancher wird überhaupt nicht begreifen, was ich sagen will. Die Augen der Beobachter sind so sehr auf die Anfänge der Entwicklung gerichtet, dass man meiner Aufforderung, die Sache vom andern Ende zu betrachten, nicht wird folgen wollen. Auch hat man sich so sehr gewöhnt, in dem Unterschied der Area pellucida und Area opaca etwas Principielles und Hochwichtiges zu sehen, dass man sich schwer entschliessen wird, eine so lieb gewordene Vorstellung aufzugeben. Ich sehe mich daher veranlasst, auf die übrigen Amnioten hinzuweisen, um damit die Auffassung zu begründen, dass wir in der Area pellucida nichts Wesentliches, weder von histiogenetischer noch von morphologischer Bedeutung sehen dürfen.

Bei Säugethieren (Kaninchen) treffen wir zwar keinen Dotter; die Area pellucida aber hat, wenn auch nicht die gleiche, doch eine ähnliche Gestalt wie beim Huhne, und zwar deswegen, weil ähnliche Bedingungen in der Gestalt und Krümmung des Thieres vorliegen. Bei der Eidechse ist die Area pellucida sehr gross, sowohl verglichen mit der Embryonalanlage wie mit dem Volum des Eies; und der primäre Gefässbezirk fällt ganz in die Area pellucida (Strahl). Sie ist kreisförmig begrenzt oder auch elliptisch, im letzteren Falle aber in der Richtung der Eiachse gestreckt. Da nun die Embryonalachse rechtwinklig zur Eiachse steht, so schneiden sich in letzterem Falle Embryonalachse und langer Durchmesser der Area pellucida gleichfalls rechtwinklig, womit ein gerade entgegengesetztes Verhalten wie beim Huhn hergestellt ist. Aber auch bei der Eidechse finden wir die Erklärung durch das Verhalten späterer Stufen. Wenn nämlich das Thier sich von der Keimhaut abgehoben hat und grösser geworden ist, verändert es seine Lage derart, dass die Schnauze dem einen und die Schwanzgegend dem andern Eipole zugewendet ist. Dann stellt das Amnios einen länglichen prall gespannten Ball vor, der durch seinen Druck am Dottersack eine rundliche oder elliptische Grube erzeugt, und dieser Grube entspricht die ursprüngliche Gestalt der Area pellucida. Noch anders und eigenartig liegen die Verhältnisse bei der Schildkröte. Eine Area pellucida wird hier nicht gebildet, oder vielleicht richtiger, sie ist ungeheuer gross. Bereits im Stadium der Gastrula nämlich trifft man, wie ich bei Emys europaea und Testudo graeca fand, und wie Clark (1) ganz richtig abbildet, eine ausserordentlich tiefe, mit Flüssigkeit erfüllte Höhle, „subgerminale Höhle". Soweit diese reicht, d. h. in linearer Ausdehnung etwa den dritten, mindestens aber den vierten Theil des Umfanges der ganzen Dottermasse einnehmend, trifft man flaches Entoderm, d. h. eine sehr ausgedehnte Area pellucida. Eine Erklärung für diese ungewöhnliche Ausdehnung vermag ich nicht zu

geben, da es mir nicht gelang, Material aus späteren Stufen der Entwicklung zu erhalten. Es bestätigt aber auch dieser Befund, dass die Gestalt der Area pellucida bei den einzelnen Gruppen der Amnioten sehr wechselt, und dass ihr eine tiefere morphologische Bedeutung nicht zukommt.

2. Subgerminale Höhle und perilecithaler Spalt. — Auch die subgerminale Höhle ist von den späteren Stadien aus meiner Meinung nach leicht zu erklären. Es ist bekannt, dass die Dottermasse in den ersten Tagen der Bebrütung zunimmt. Diese Zunahme ist sogar sehr bedeutend und dauert nach der Angabe von Baer (2. S. 106) etwa bis zur Mitte der Brütezeit. Ebenso ist bekannt, dass diese Vermehrung dadurch zu Stande kommt, dass sich Flüssigkeit auf die Oberfläche des Dotters ausscheidet, eine dünne wässrige Flüssigkeit, durch Dotterbestandtheile milchig getrübt. Schon Gruithuisen sprach davon, wie Pander (20 S. 21) anführt, dass der „Eidotter in eine der Milch vollkommen ähnliche Flüssigkeit verwandelt" werde. Es entsteht also zwischen dem Dotter und der Wand ein mit Flüssigkeit gefüllter Spalt. Da ich auf ihn noch zurückzukommen habe, so nenne ich ihn perilecithalen Spalt. Das Verhältniss von subgerminaler Höhle und perilecithalem Spalt ist nun sehr einfach zu bezeichnen: Der perilecithale Spalt ist die peripherische Fortsetzung der subgerminalen Höhle, oder, anders ausgedrückt und für meinen Zusammenhang besser, die subgerminale Höhle ist nichts Anderes als der Anfang des perilecithalen Spaltes. Damit verlieren für mich die Vergleiche der subgerminalen Höhle mit anderen Höhlen und Spalträumen, wie Furchungshöhle und Urdarmhöhle, sehr an Bedeutung.

Werfen wir wieder den Blick auf andere Amnioten, so ist von der Schildkröte schon hervorgehoben, dass die subgerminale Höhle von gewaltiger Ausdehnung ist. Bei der Eidechse dehnt sich der perilecithale Spalt nicht um den ganzen Dotter herum aus (Strahl), dagegen ist die subgerminale Höhle von grosser Ausdehnung. Später verschwindet dieselbe, indem Dach und Boden sich vereinigen.

3. Wülste des Entoderms. — Der Dottersack, wenn er die Höhe seiner Ausbildung erlangt hat, trägt an seiner inneren Fläche hohe durchbrochene Blätter oder Gitter, welche von einem reichen Gefässnetze eingenommen und von einem einschichtigen Epithel bedeckt sind. Von ihnen wird späterhin gesprochen werden. (S. 254 f.) Hier will ich nur wieder den Leser auffordern, dasselbe zu thun wie vorher, nämlich von dem einfachen, klaren, ausdrucksvollen Bilde des fertigen Zustandes rückschauend die Anfänge der Entwicklung zu betrachten. Wenn man das thut, so wird manches klar, was bis dahin

unverständlich war, und die Quellen mancher Irrthümer sind verstopft. Die Anfänge der erwähnten, von Gefässnetzen eingenommenen Blätter oder Gitter sind frühe erkennbar; betrachtet man am Ende des ersten oder im Beginne des zweiten Tages die Area opaca, so bemerkt man eine grosse Zahl dunkler Flecke, das was man gewöhnlich schlechthin „Blutinseln" nennt. Aber diese Flecke des Flächenbildes sind nicht die Blutinseln, sie sind mehr; sie setzen sich zusammen aus zwei Componenten, aus den wirklichen Blutinseln und aus Wülsten des Entoblasten. Wenn man daher von diesen Verhältnissen sprechen will, so muss man zuerst das Flächenbild analysiren, man muss die Blutinseln und die Wülste von einander trennen. Es ist so unendlich viel über die Blutinseln und ihre Entwicklung geschrieben worden, und doch ist diese allergröbste Betrachtung, welche ich soeben angedeutet habe, und welche die nothwendige Vorbedingung für jede genauere Untersuchung sein sollte, niemals durchgeführt worden. Wenigstens ist mir nicht bekannt, dass irgendwo wirklich genaue Abbildungen der Blutinseln einerseits und der Entodermwülste andrerseits gegeben worden sind. Ich habe mich deswegen bemüht, auf der Taf. XII zwei Figuren vorzulegen, welche diese Lücke ausfüllen könnten. Ich habe zwei Keimscheiben ausgewählt, von denen die eine (Fig. 23) die Blutinseln, die andere (Fig. 24) die Entodermwülste besonders deutlich zeigte. Ich gebe zu, dass es noch besser gewesen wäre, eine einzige Keimscheibe zu Grunde zu legen und von ihr in einer Figur die Blutinseln, in einer anderen die Entodermwülste zu zeichnen. Aber wenn die Wülste sehr deutlich sind, so verdecken sie zu viel von den Blutinseln, daher können solche Keimscheiben für letztere nicht gut verwendet werden.

Ueber die beiden Figuren der Tafel XII sei nun Folgendes bemerkt: von dem ersten Präparat — Keimscheibe mit 4 Urwirbeln von 31 bis 32 Stunden — wurde zunächst eine 18fach vergrösserte Photographie genommen und diese der Zeichnung zu Grunde gelegt; das zweite Präparat — Keimscheibe mit 11 (12) Urwirbeln von 46 Stunden — wurde mit dem Prisma bei 14facher Vergrösserung abgezeichnet. Beide Zeichnungen wurden sodann mit Aufwand von sehr viel Zeit und Mühe durch Herrn Eyrich ausgeführt unter beständiger Ueberwachung meinerseits, und um die grösste Sicherheit bei der Wiedergabe zu haben, wurde für diese die Heliogravüre gewählt. Der Beschauer wird einen körperlichen Eindruck am besten erhalten, wenn er die Figuren aus einiger Entfernung betrachtet.

Auf dem Präparat zu Figur 23 ist vorn ein Stück der Area opaca bis an den Rand der Area pellucida abgebrochen; die Area pellucida, auf der Figur durch die Linie p bezeichnet, ist in dem vorliegenden Falle sehr breit, so dass ein sehr grosser Theil des Gefäss-

bezirkes in die Area pellucida fällt. Die Blutinseln sind in der Area opaca grösser als in der Area pellucida und in dem hinteren Theil der Area opaca zahlreicher, als in dem vorderen. Auf der rechten Seite der Figur, vorn am Rande, war es nicht möglich, die Blutinseln in der Area opaca deutlich abzugrenzen, und es ist deswegen hier die äussere Grenze des Gefässbezirkes der Area opaca nur durch eine punktirte Linie bezeichnet, Blutinseln aber sind nicht eingetragen. Man sieht ferner den zackigen Rand des vorwachsenden Mesoderms (m) und vor dem Kopfe in der Area pellucida eine Gruppe von kleinen Entodermwülsten (E).

Im Interesse der Deutlichkeit muss ich hier eine Bemerkung über die Ausdrucksweise einschieben: Wir unterscheiden die Area pellucida von der Area opaca. Die Area opaca ist, soweit sich Blutinseln in ihr bilden, von Wülsten bedeckt und dadurch hier noch dunkler als in den peripherischen Abschnitten. Wir könnten daher diesen proximalen Abschnitt der Area opaca wohl auch als Area opaca s. str. bezeichnen, wie es gelegentlich geschehen ist, und ihn dem Dotterhof (Area vitellina) gegenüberstellen; oder wir können auch von einem gewulsteten Theil der Area opaca (Area opaca villosa) sprechen, im Gegensatz zu dem angrenzenden glatten Theil (Area opaca laevis), welch' letzterer dann der Innenzone des Dotterhofes entsprechen würde. Dagegen ist es nicht statthaft, wie es von älteren Autoren geschah, und wie es auffallenderweise von neuem wieder in dem Hertwig'schen Lehrbuche geschieht (III. Auflage S. 155), den proximalen Abschnitt der Area opaca als Area vasculosa zu unterscheiden, denn Blutinseln treten, wie man seit langem weiss, nicht nur in der Area opaca, sondern auch in der Area pellucida auf. Es empfiehlt sich daher auch überhaupt nicht, von einer Area vasculosa zu sprechen, sondern hier ein anderes Wort zu wählen. Ich spreche also nicht von einem Gefässhof, sondern von einem Gefässbezirk. Dieser zerfällt in den Gefässbezirk der Area opaca und in den der Area pellucida oder abgekürzt in den dunklen und den hellen Gefässbezirk.

Nach dieser Zwischenbemerkung hebe ich zur Erläuterung der Figur 24 noch Folgendes hervor: die Area pellucida zeigt die charakteristische Einschnürung und ist so eng, dass ihre Grenze in der Mitte bis an den Embryonalbezirk heranreicht; vorn in der Mitte ist der gewulstete dunkle Hof sehr schmal. Die auf der Figur hervortretende dicke Grenzlinie (W) des äusseren Randes entspricht nicht etwa der Vena terminalis, welche als solche überhaupt nicht geschlossen angelegt wird, wie Fig. 23 zeigt, sondern einem ringförmigen Entodermwulst, dem „Grenzwulste des Gefässhofes" von Kölliker (Lehrbuch S. 174).

Ich gehe nun etwas genauer auf die Wülste des Entoderm ein, die ja dadurch, dass wir sie als Vorläufer der Blätter ansehen müssen, eine erhöhte Bedeutung gewinnen. Sie sind auf der Stufe der Entwicklung, welche wir vor uns haben, in ihrer Ausbildung ausserordentlich verschieden, und diese Verschiedenheiten sind nicht an die Stufe der Entwicklung gebunden. Es mag sein, dass die Art der Färbung das mikroskopische Bild beeinflusst, aber eine sehr weitgehende individuelle Verschiedenheit bleibt zweifellos. Ich kann jedoch diese Verschiedenheiten nicht anders auffassen, als unwesentliche individuelle Schwankungen, die sich aus einem zeitlichen Vorauseilen oder Zurückbleiben erklären; Differenzen, die in dem Maasse schwinden, als durch ein kräftiges Hervortreten functioneller Inanspruchnahme eine grössere Strenge im Bau gefordert wird.

Diese Wülste sind zuweilen halbkugelig, meist jedoch länglich, leistenförmig oder lappenförmig, z. Th. geschlängelt, häufig nach einer Seite umgelegt, von wechselnder Höhe und Länge. In ihrer Anordnung ist oft eine Regel nicht zu erkennen; dann sind diejenigen von ihnen, welche am inneren Rande der Area opaca vorspringen, besonders klar. In anderen Fällen ist in ihnen eine netzartige Anordnung früh bemerkbar, entsprechend dem Netze, zu welchem die Blutinseln schon früh zusammentreten. Zuweilen hebt sich unter ihnen eine Gruppe durch besondere Anordnung ab, indem eine radiäre Convergenz an der einspringenden Ecke des Randes zu sehen ist, welche die Grenze zwischen dem vorderen breiten und hinteren schmalen Felde der Area pellucida bezeichnet. Da diese Stelle dem Punkte entspricht, an welchem späterhin die Art. vitellina die Area opaca betritt, um sich hier dichotomisch zu verästeln, so kann man in der erwähnten Anordnung eine Beziehung auf die radiär gestellten, die Verästelungen der Art. vitellina aufnehmenden Falten erblicken.

Einen vollkommen plastischen Eindruck erhält man von den Wülsten natürlich nur dann, wenn man sie am nicht aufgehellten Präparat bei auffallendem Lichte betrachtet. Nach der Aufhellung dagegen, also an gefärbten Lackpräparaten, stellt sich der Anblick sehr wesentlich anders dar: indem das Präparat durchsichtig gemacht und in Lack eingeschlossen wird, gehen die Schatten, welche die Wülste bezeichneten, zum grossen Theile verloren, und es tritt eine neue Art der Lichtdifferenz auf, nämlich diejenige, welche dadurch bedingt ist, dass bald dickere, bald dünnere Schichten von Epithel sich dem durchfallenden Lichte entgegenstellen. Aus diesen zwei ganz verschiedenen Einflüssen: den abgeschwächten, aber nicht gänzlich aufgehobenen Schatten, welche das auffallende Licht erzeugt, und den Dunkelheiten, welche im durchfallenden Lichte entstehen, setzt sich der Gesammteindruck zusammen. Indem nun auch noch

die Blutinseln als dunkle Flecke erscheinen, entsteht ein Bild, welches man erst deutlich versteht, nachdem man sich seine verschiedenen Componenten klar gemacht hat, und welches auch dann, wenn es verstanden ist, schwer wiederzugeben ist. Denn der Zeichner kann nur verständlich sein, wenn er entweder vom auffallenden oder vom durchfallenden Lichte herrührende Differenzen wiedergiebt; beide zusammen aber, in einer Zeichnung vereinigt, müssen sich gegenseitig stören. Die Figur 24 ist ein Versuch der Wiedergabe, der trotz der darauf verwendeten Mühe unvollkommen ist.

Ueber das topographische Verhältniss der Entodermwülste und der Blutinseln ist zu bemerken, dass die Blutinseln grossentheils in den Basen der Wülste liegen, dass sie sich jedoch anfänglich in ihrer Form nicht genau entsprechen; eine vollkommene Uebereinstimmung tritt erst in dem Maasse hervor, als unter Vereinigung der Blutinseln zu Strängen und Streckung der letzteren die Anlage des primären Kreislaufes sich anbahnt. Die Wülste mit den zu ihnen gehörenden Gefässanlagen sind die Vorläufer der Blätter des Dottersackes mit den in diesen liegenden Gefässnetzen; und da die Mehrzahl der Gefässe späterhin in den Blättern liegt und mit diesen weit in den Dotterraum vorgeschoben wird, so dringen schon sehr frühe die Gefässanlagen, nämlich schon im Stadium der „Blutinseln" in die Basen der Entodermwülste ein und springen an der ventralen Seite des Mesoderms vor.

Ich vermeide absichtlich die Stellung der Frage, ob die Entodermwülste durch die eindringenden Gefässanlagen, oder ob das Vorspringen der Gefässanlagen durch die Entodermwülste veranlasst werde. Es genügt mir, das rein topographische Verhältniss zu betonen: Gefässanlagen und Epithelwülste gehören zu einander zur Bildung der Blätter, und deswegen müssen sie am gleichen Platze entstehen. Dass aber das Auftreten der Wülste nicht durch die Gefässanlagen bedingt sei, das kann man meines Erachtens dadurch beweisen, dass sich die Wülste gelegentlich schon nachweisen lassen zu einer Zeit, wo von Blutinseln noch nicht die geringste Spur vorhanden ist. Eine solche Keimscheibe bringe ich in Figur 1 der Tafel X im Flächenbilde, und in Figur 2 im Schnittbilde zur Anschauung. Diese Keimscheibe von 27 Stunden zeigt einen Primitivstreifen von noch nicht voll entwickelter Länge; das Mesoderm hat nur den hinteren Theil der Area opaca betreten. Trotzdem bildet die Area opaca im ganzen Umfange der Area pellucida einen schmalen Kranz von kleinen Wülsten, die schon im Flächenbilde bemerkt wurden und sich im Schnittbilde als solche bestätigten. In Längsschnitten durch eine Keimscheibe mit 13 (14) Urwirbeln von 48 Stunden finde ich die Wülste hinter der Area pellucida reichlich und sehr

scharf ausgeprägt, vor derselben weniger, so dass sich der hintere Abschnitt der Area opaca in dieser Hinsicht weiter entwickelt zeigt.

Von allen diesen Wulstbildungen wurde eine von Kölliker durch einen besonderen Namen ausgezeichnet: der schon erwähnte „Grenzwulst des Gefässhofes"; er schliesst den Gefässbezirk gegen den Dotterhof hin ab und zeichnet sich dadurch aus, dass er als glatter oder wulstiger Ring rundum läuft. Es ist klar, dass er zu der Vena terminalis in Beziehung steht, obwohl er, wie oben gesagt, schon ausgebildet ist, bevor eine geschlossene Anlage der Vena terminalis existirt. Ich erwähne ihn deshalb besonders, weil auch später noch, nachdem unter Schwund der Vena terminalis sich der primäre Kreislauf in den secundären umgebildet hat, diese Stelle etwas Eigenartiges behält. Ich gebe eine Beschreibung derselben von einer Keimhaut vom vierten Tage. Man trifft am Rande des Gefässbezirkes einen ringförmigen, ziemlich breiten Wulst. Derselbe ist jedoch nicht glatt, sondern durch feine, zackige Spalten in unregelmässige Stücke (Zellengruppen) zerlegt. Bei auffallendem Licht erhält man ein Bild wie von einem getrockneten, mit Rissen bedeckten, thonigen Boden. Auf der distalen Seite dieses Wulstes, schon im Bereich des Dotterhofes, trifft man flache Erhebungen, kettenartig verbunden. Auf der proximalen Seite findet man gleichfalls Erhebungen, wie flache Papillen, durch breitere Spalten von einander getrennt. Auch die Gefässwülste zeigen sich von dieser Bildung gewissermaassen angesteckt; denn während dieselben in den proximalen Theilen des Gefässbezirkes der Area opaca glatt sind, nehmen sie, indem sie sich dem Grenzwulste nähern, einen leicht gewundenen Verlauf an und sind auf ihrer Oberfläche mit Kerben und Runzeln bedeckt. Diese Wulstbildung im Randtheile des Gefässbezirkes ist also von der Anordnung der Gefässe grossentheils unabhängig und scheint einen primitiven Charakter zu bewahren.

Ich habe von den Wülsten des Entoderms etwas ausführlicher, jedenfalls aber nicht zu ausführlich gesprochen. Wir kommen bei der Betrachtung derselben zurück zu ziemlich frühen Stufen der Entwicklung, zu denjenigen Stufen, die man hauptsächlich studirt hat mit Rücksicht auf die Fragen des „Nebenkeimes", der Blut- und Gefässanlagen. Jeder, der das Vorausgehende gelesen hat, wird sich selbst sagen, dass es bei der Anfertigung und Auswahl von Schnitten durch die Area opaca dringend nöthig ist, auf diese Wulstbildungen Rücksicht zu nehmen. Derjenige Theil der Litteratur, welcher sich mit den angedeuteten Fragen beschäftigt, zeigt in der That eine grosse Reihe der schwersten Irrthümer, welche aus der Nichtbeachtung der topographischen Verhältnisse entstanden sind.

Dotter und Technik.

Ich vereinige in diesem Abschnitt die Bemerkungen, die ich über Dotter und über Technik zu machen habe und zwar deswegen, weil die Veränderungen, welche durch die Behandlung an dem Dotter hervorgerufen werden, mannigfaltige und tiefgreifende sind.

Ich will aber nicht die Frage nach der Beschaffenheit des Dotters ab ovo wieder aufnehmen; selbst die Erörterung, über die Unterschiede des gelben und weissen Dotters, welche früher in Arbeiten über die Randtheile der Keimhaut stehend war, bietet heutzutage, nachdem auch His den festen Glauben an die zellige Natur der Elemente des weissen Dotters verloren hat (13. p. 78), wenig Reiz. Ich spreche vom Dotter nur mit Rücksicht auf die ganz bestimmten Zwecke meiner Arbeit, und im Hinblick auf diese beschäftigen mich drei Fragen: 1. Giebt es Spalten zwischen den Dotterkugeln? 2. Giebt es Protoplasma im Dotter? 3. Wie verändert sich der Dotter während der Bebrütung? Da nun alle Präparate, die wir untersuchen, mit Reagentien behandelt sein müssen, so sind alle den Dotter betreffenden Fragen von der Vorfrage beeinflusst: welche Veränderungen rufen die Reagentien im Dotter hervor?

Wenn wir Dotter ohne jeden Zusatz unter das Deckglas bringen, so erhalten wir durch den Druck des Deckglases einen Brei, an dem wir garnichts über die morphologischen Verhältnisse lernen können. Das Nächste ist der Zusatz von Wasser bezw. Kochsalzlösung. Wasser und ebenso Kochsalzlösung bringt die eiweissartige Substanz des Dotters zum Quellen und ruft an der fettartigen Substanz des Dotters Veränderungen der Form und vielleicht auch der Beschaffenheit hervor. Man darf sich daher wundern, dass His in einer seiner Arbeiten (11. p. 277) zu der Kochsalzlösung als zu einem besonders geeigneten Reagens griff, ja dass er eine eintägige Maceration in solcher anzuwenden wagte, um das „interglobuläre Protoplasmanetz“ des Keimwalles (11. Fig. 3) darzustellen.

Ich hatte mir die Sachlage überlegt und mir gesagt, dass man zuvor den eiweissartigen Körper in den Dotterkugeln fixiren müsse, um die Wirkung der Reagentien auf den fettartigen Körper isolirt zur Anschauung zu bringen. Hierzu bot sich das Kochen und die Behandlung mit Sublimat oder Alcohol als Hülfsmittel dar, am kräftigsten wirksam die Anwendung von heissem Sublimat oder heissem Alcohol. Allerdings sind selbst diese Mittel nicht einwandsfrei; es wäre möglich, dass durch die starke Erwärmung der fettartige Körper dünnflüssiger und eine andere Art der Vertheilung in den Dotterkugeln herbeigeführt würde; es wäre andererseits möglich, dass das Sublimat als eine wässrige Lösung die Contactwirkungen auf den fettartigen Körper ausübte, wie alle anderen

wässrigen Reagentien. Doch mit irgend etwas musste probirt werden, und bei diesen Versuchen fand ich charakteristische Erscheinungen, über welche ich schon berichtet habe (29).

Es ist für die Zweeke meiner Arbeit nicht nöthig, auf die Chemie des Dotters näher einzugehen; es genügt, wie ich glaube, sich gegenwärtig zu halten, dass im Dotter des Huhnes ein eiweissartiger und ein fettartiger Körper vorhanden ist. Der „eiweissartige Körper" wird in Gestalt des Vitellin dargestellt und ist, wie man weiss, in Säuren löslich, worauf ja seine Darstellung fusst; der „fettartige Körper" zeigt, wenn er aus dem Alkoholextrakt dargestellt wird, in seinem Verhalten Uebereinstimmung mit dem Myelin (30). Wir können behaupten, dass diese beiden Substanzen in jeder einzelnen Dotterkugel vorhanden sind; wir können auch annehmen, dass die kleineren und grösseren glänzenden Tropfen der fettartigen Substanz, das blassere Stroma der eiweissartigen Substanz entspreche; aber wir dürfen nicht sicher annehmen, dass sie sich im frischen Zustande genau so zu einander verhalten, wie wir es an Präparaten sehen.

Ich nehme nun aus meiner früheren Mittheilung das für den vorliegenden Zusammenhang Wichtige auf.

1. Alcoholdotter (der vom Eiweiss befreite Dotter wurde, umschlossen von der Dotterhaut, 24 Stunden hindureh der Einwirkung von Alcohol ausgesetzt). — Eine Probe, einige Millimeter unter der Oberfläehe entnommen, zeigt die in ihren eckigen Formen fixirten Dotterkugeln; farblose fettglänzende Tropfen sitzen ihrer Oberfläche auf. Bei längerer Beobachtung in Alcohol treten noch weitere Tropfen hervor, welche zum Theil frei werden, sich auch zum Theil am Objectträger oder Deckglas ansetzen und sich hier öfters flach ausbreiten. Untersucht man in Wasser, so legen sich die Tropfen noch flacher an das Glas an bezw. an die Oberfläche der Kugeln, es können sich eine vollkommene Umhüllung der Kugeln oder zierliche Netze auf ihrer Oberfläche bilden, welche sich durch Osmiumsäure fixiren lassen.

Erklärung: durch die verhältnissmässig grosse Cohaesionstendenz zwischen dem fettartigen Körper und Alcohol, unterstützt durch den Druck, weleher bei der Schrumpfung der Dotterkugeln entsteht, wird der Austritt der Tropfen veranlasst.

Der Alcoholdotter bietet aber zuweilen auch ein ganz anderes Bild, nämlich in den tieferen Schichten, in welchen sich die Alcoholwirkung nicht so eingreifend vollzogen hat. Man findet dort an den gleichfalls eckig fixirten Kugeln eine hellere Aussenschicht um die dunklere durch eine runde Linie begrenzte Mitte. Bei der Untersuchung in starkem Alcohol treten an der Oberfläche der Kugeln

Tropfen auf, und man sieht oft diese Tropfen, lang ausgezogen, durch die Aussenschicht hindurchschlüpfen.

Erklärung: der verdünnte Alcohol übt auf die fettartige Substanz eine abstossende Wirkung und veranlasst das Zurückweichen derselben nach der Mitte der Kugel.

Behandelt man ein mikroskopisches Präparat des Alcoholdotters mit Eisessig, so steigert sich, während die Kugeln quellen, der Austritt von Tropfen und diese fliessen zu grösseren Tropfen zusammen, wobei öfters kleine Kügelchen bezw. Tröpfchen in die grossen Tropfen hineingerathen und darin lebhaft umherfahren. Behandelt man Alcoholdotter mit Kalilauge von 35 pCt., so findet gleichfalls Aufquellung der Kugeln und Bildung grösserer Tropfen statt. Salzsäurehaltiger Alcohol erzeugt die Quellung der Kugeln nicht oder doch nur sehr langsam. Im Alcoholdotter ist also das Eiweiss geronnen und wird nur durch stärkere Säure- oder Alkaliwirkung schnell zum Quellen gebracht; der fettartige Körper dagegen ist weder fixirt noch extrahirt.

2. Gekochter Dotter (das Ei wurde $^1/_2$ Stunde gekocht). — Aus den eckig fixirten, durch gleichmässige Körnelung getrübten Kugeln wird eine fettartige Masse durch Einwirkung starken Alcohols erst allmählich hervorgelockt, und zwar tritt dieselbe hauptsächlich an der dem Beschauer zugewendeten also oberen Seite in wenigen breiten buckligen Figuren aus.

3. Sublimatdotter (der Dotter, von der Dotterhaut umhüllt, wurde 24 Stunden mit concentrirter Sublimatlösung behandelt). — Die eckig fixirten Dotterkugeln zeigen nur zum Theil fettartige Tropfen an ihrer Oberfläche, grösstentheils sind sie von gleichmässiger Granulirung ganz erfüllt. Bei der Einwirkung von Alcohol treten in den Kugeln und zwar zunächst in der Oberflächenschicht kleine glänzende Tropfen auf; dieselben vergrössern sich durch Zusammenfliessen, dann springen sie halbkuglig über die Oberfläche hervor. In diesem Stadium bietet die Kugel, welche auf ihrer ganzen Oberfläche von den halbkugligen glänzenden Vorsprüngen bedeckt ist, ein eigenthümliches Aussehen. Im Innern der Prominenzen sieht man oft glänzende Kügelchen mit dem Aussehen von Vacuolen.

So grob, als sie hier geschildert wurden, sind nun die Störungen an den Präparaten, die wir zum mikroskopischen Studium verwenden, nicht; aber sie sind vorhanden, und sie sind in sehr verschiedenem Grade vorhanden in verschiedenen Tiefen des Präparates. Denn der Dotter wird von Flüssigkeiten sehr schwer durchdrungen, und die Wirkung kann daher in der Tiefe eine andere, ja in gewisser Weise entgegengesetzte sein, wie an der Oberfläche. Ja selbst die einzelne Dotterkugel wird, wie die angeführten Versuche

gezeigt haben, von Flüssigkeiten schwer durchdrungen, und sie zeigt sich daher in ihren Schichten oft nicht gleichmässig beeinflusst. Die in mikroskopischen Präparaten erscheinenden Störungen lassen sich in drei Gruppen bringen, je nachdem sie hervorgegangen sind: 1. aus Quellung und Schrumpfung, 2. aus Lösung und Fällung, 3. aus Oberflächenberührung (Contact).

1. Quellung tritt ein durch Säuren, z. B. durch salzsäurehaltigen Alcohol, wenn nicht sehr gut vorher fixirt war. Ebenso durch Salpetersäure, Chromessigsäure, Picrinschwefelsäure; auch durch Müllersche Flüssigkeit. Schrumpfung tritt ein durch Alcohol. Sie ist sehr stark, wenn der Alcohol sofort angewendet wird, aber sie tritt auch ein, wenn vorher anders fixirt wurde. Jede einzelne Dotterkugel schrumpft und es entstehen dadurch zwischen ihr und ihren Nachbaren Spalten; der vorher gelbe Dotter sieht in Folge dessen aus optischen Gründen weiss aus, noch bevor das Fett und der Farbstoff extrahirt wurde. Geschrumpfter Dotter bekommt an Stelle seines homogenen Aussehens eine eigenthümliche, ich möchte sagen, sandige Beschaffenheit; er fällt leicht ab, was sich am übelsten bei der Bearbeitung der Aussenzone der Area vitellina bemerkbar macht. Quellung und Schrumpfung treten bei manchen Behandlungen in mehrfachem Wechsel ein, namentlich wenn man fixirt, mit Alcohol nachhärtet, mit Boraxcarmin färbt, in salzsäurehaltigem Alcohol auswäscht u. s. w. Die unregelmässigen Formen des Ectoderms in der Aussenzone der Area vitellina sind dasjenige Kunstproduct, welches sich am schwersten vermeiden lässt. Es sei auch auf die sogenannte „mesodermfreie Stelle“ vor dem Kopf des Hühnchens in der Area pellucida aufmerksam gemacht; man kann oft bemerken, wie an dieser ausserordentlich dünnen Stelle, selbst wenn anfänglich die Keimhaut tadellos fixirt war, doch noch durch den Alcohol eine Verbiegung hervorgerufen wird, und zwar dadurch, dass der in den Zellen der Area opaca eingeschlossene Dotter eine concentrische Schrumpfung gegen die Area pellucida hin ausführt. An den Epithelzellen des Dottersackes findet man in Folge des Aufquellens des Inhaltes öfters Einrisse, so dass das Urtheil erschwert wird, ob eine solche Zelle abgeschlossen war, oder nicht. Sogar an aufgeklebten Schnitten ist man noch nicht sicher. Im Allgemeinen darf man, wie ich glaube, behaupten, dass in mikroskopischen Schnitten sämmtliche Dotterkugeln sowie die aus ihnen hervorgegangenen, in Zellen eingeschlossenen eiweissartigen Kugeln geschrumpft sind, d. h. einen kleineren Raum als im frischen Zustande einnehmen.

2. Lösung tritt an dem eiweissartigen Körper, nachdem die Präparate fixirt sind, nicht mehr ein bei denjenigen Methoden, die

wir behufs der Herstellung mikroskopischer Präparate anwenden. Dagegen tritt sie an dem fettartigen Körper ein; derselbe wird ja, wie bekannt, bei der chemischen Verarbeitung des Dotters durch Aether aufgenommen. In welchem Grade er bei den für das mikroskopische Studium verwendeten Methoden ausgezogen wird, ist gänzlich unbekannt; ebenso, ob dabei eine chemische Umwandlung desselben stattfindet. Jedesfalls aber wird er nicht unter allen Umständen gänzlich extrahirt, und gerade diese Unsicherheit macht es so schwierig, bei der Deutung der mikroskopischen Bilder über den fettartigen Körper auszusagen. Osmiumsäure würde sehr lange einwirken müssen, um ihn durchzufixiren, und macht dann die Präparate bis zur Unkenntlichkeit schwarz. Während von dem fettartigen Körper in den Dotterkugeln und in den jüngeren Stufen des Dottersackepithels sich an den Präparaten Bestandtheile erhalten, so wird dasjenige Fett, welches in den ausgebildeten Epithelzellen sowie im Dotter der späteren Brüttage vorhanden ist, durch die Behandlung mit Alcohol, Aether und ätherischen Oelen gänzlich ausgezogen. Im frischen Zustande sind die Epithelzellen mit diesem gelben Fett so stark gefüllt, dass die ganze Dottersackwand intensiv gelb gefärbt erscheint; an den Lackpräparaten dagegen, gleichviel ob dieselben aus Paraffin oder aus Celloidin gewonnen sind, bemerkt man von diesen Fettmassen Nichts; an ihrer Stelle entstehen nur leere Räume, runde Vacuolen von verschiedener Grösse, die nur durch ihre Gestalt auf die Fetttropfen schliessen lassen, die hier lagen. Es lässt sich aus diesem verschiedenen Verhalten der Schluss ziehen, oder wenigstens lässt sich die Vermuthung aufstellen, dass diese Substanz in den Epithelzellen aus der zweiten Hälfte der Brützeit nicht dem ursprünglichen fettartigen Körper des Dotters gleicht, sondern wirkliches Fett ist.

Fällung kommt gleichfalls zur Beobachtung, namentlich in dem feinkörnigen Gerinnsel des perilecithalen Spaltes und der subgerminalen Höhle. Aber auch innerhalb des Epithels mögen manche der feinen Körnchen, die man an den Präparaten sieht, Niederschläge einer im frischen Zustande gelösten Substanz sein. Diese Niederschläge haben eine kritische Bedeutung bei der Frage nach dem intravitellinen Protoplasma, und wer es mit wissenschaftlichen Beweisen ernst nimmt, wird sich wohl hüten, jede Ansammlung feiner Körnchen in einem Präparate für Protoplasma zu erklären.

3. Die Wirkung der Oberflächenberührung, des Contactes, tritt bei dem fettartigen Körper hervor und äussert sich in doppelter Weise: in der Berührung mit Flüssigkeiten und in der Berührung mit festen Körpern, zu denen auch die Dotterkugeln selbst zu rechnen sind, nachdem sie fixirt wurden. In den oben mitgetheilten Beobach-

tungen sind die Erscheinungen geschildert, welche durch den Contact zu Stande kommen. Es sei hier noch besonders bemerkt, dass oft aus dem Innern von Eiern oder Eiabschnitten, wenn dieselben längere Zeit in stärkerem oder schwächeren oder salzsäurehaltigen Alcohol gelegen haben, grössere (bis stecknadelkopfgrosse) ölige Tropfen hervortreten, die nicht schwimmen, sondern schwer zu Boden fallen. An Reptilien-Eiern beobachtet man das noch öfter wie an Vogeleiern. Hier ist eine fettartige Substanz aus zahlreichen Dotterkugeln ausgetrieben — nicht gelöst — worden, und hat sich zu diesen grossen Tropfen vereinigt. Zuweilen findet man entweder zwischen den Dotterkugeln oder innerhalb von solchen, oder auch in eiweissartigen Kugeln, die ihrerseits wieder in Zellen stecken, eigenthümliche unregelmässige oder myelinartige Formen des fettartigen Körpers. Hier muss man annehmen, dass der fettartige Körper zunächst durch Contact mit den Reagentien aus seinem ursprünglichen Zustande gebracht, dann aber doch noch fixirt worden ist.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich nun auf die oben (S. 239) gestellten drei Fragen ein.

1. Giebt es eine Zwischenflüssigkeit im gelben Dotter? — v. Kölliker behauptet eine solche (Lehrbuch S. 46) und macht sogar noch die genauere Angabe, dass dieselbe in den äusseren Lagen in geringer, in den innersten Lagen oft in reichlicherer Menge vorkommen. Ich habe nicht die Ueberzeugung gewinnen können, dass in den äusseren Schichten des gelben Dotters eine solche Zwischenflüssigkeit vorhanden sei, obwohl mir das Vorhandensein einer solchen a priori sehr einleuchtend sein würde, da sonst schwer zu verstehen ist, wodurch die einzelnen Dotterkugeln am Zusammenfliessen gehindert werden. (Von einer zarten Hülle und dichteren Rindenschicht habe ich mich auch nicht überführen können). Solche Verhältnisse können nur an Dottern festgestellt werden, welche vorher gehärtet waren; entweder geschieht dies durch Alcohol, mit oder ohne voraufgegangene Fixirung durch eine andere Flüssigkeit, oder durch Kochen, wie wahrscheinlich bei der Untersuchung von Kölliker. Wie sehr die Dotterkugeln beim Erhärten in Alcohol schrumpfen, hat sich durch die Untersuchungen, über die ich eben berichtete, gezeigt; aber auch, wenn man die Eier kocht und dann Schnitte vom Dotter anfertigt, erhält man unsichere Ergebnisse; denn die Dotterkugeln können sich im Schnitt sehr leicht lockern. Ich habe immer gefunden, dass wenn man den Dotter einer solchen Behandlung unterwirft, welche die Dotterkugeln sehr schnell zum Erstarren bringt, so dass sie sich bei ihrer Verkleinerung nicht mehr abrunden können, also wenn man durch heissen Alcohol, heisses Sublimat oder Kochen fixirt, dass dann die Dotterkugeln nicht nur eckig fixirt

sind, sondern grubig, zackig, mit Spitzen, so dass nicht nur die Flächen in der allergenauesten Weise den Flächen der anstossenden Kugeln entsprechen, sondern auch noch die Ecken und Spitzen so vollkommen in Spalten zwischen benachbarte Kugeln hineinpassen, dass die Tendenz zur Abrundung, welche sich doch an diesen Elementen als an weichen Körpern verrathen müsste, nirgends zur Geltung gelangen kann. An Eiabschnitten, welche mit Reagentien behandelt sind, findet man aber oft diese Spalten trotz der eckigen Begrenzung der Kugeln sehr weit. Von dieser Erfahrung aus muss ich mich gegen die Behauptung von Kölliker aussprechen (Lehrbuch S. 50), dass die Zwischenflüssigkeit „unter Umständen in der Nähe des Blastodarms auch in grösserer Menge sich findet". Ich glaube diese Behauptung so erklären zu können, dass v. Kölliker seine Ansichten über die peripherischen Theile des gelben Dotters von Präparaten entnommen hat, an denen die Keimscheibe mit einer Partie Dotter im Zusammenhange fixirt war, während seine Anschauung über die centralen Theile des gelben Dotters von Eiern genommen ist, welche gekocht und deren Dotter dann getrocknet war. Beide Methoden sind jedoch nicht einwandfrei.

Ich habe die Frage nach der Zwischenflüssigkeit hier nur aufgenommen, weil sie für den Zusammenhang meiner Arbeit von Bedeutung ist. Es tritt nämlich während der frühesten Stadien der Entwicklung des Dottersackepithels Zwischenflüssigkeit auf, und daher ist es von kritischer Bedeutung, zu wissen, ob und in welchem Maasse schon vorher an der betreffenden Stelle Flüssigkeit vorhanden war. Aus der Weite der Spalten dürfen wir leider, wie ausgeführt wurde, keine bestimmten Schlüsse ziehen. Wir müssen uns begnügen, hervorzuheben, dass in der Aussenzone der Area vitellina die Dotterkugeln an erhärteten Objecten nicht eckig, sondern kuglig erscheinen, dass also daraus auf eine Zwischenflüssigkeit geschlossen werden darf, deren Menge wir aber nicht kennen. Diese Flüssigkeit bedingt Spalten, und das Vorhandensein der mit Flüssigkeit gefüllten Spalten verräth sich makroskopisch durch die Farbe, wie weiter unten noch einmal erwähnt werden wird.

2. Giebt es Protoplasma im Dotter? — Ich stelle mich dieser Frage gegenüber so: ich glaube an die Anwesenheit von Protoplasma im Dotter, wenn entweder dasselbe an Schnitten gezeigt wird, oder wenn Verhältnisse nachgewiesen werden, welche auf das Vorhandensein von Protoplasma schliessen lassen. Ich betone ausdrücklich dieses entweder — oder. Ich verlange nicht unbedingt, das Protoplasma zu sehen, um an dasselbe zu glauben. Dazu bestimmen mich Erfahrungen, welche von anderen und von mir selbst an anderen Eiern gemacht sind. Ich führe vor Allem die Eier von

Salamandra an, um von anderen zu schweigen. Bei Salamandra ist es in späten Stadien, wo schon der ganze oder fast der ganze Dotterraum von grossen Zellen eingenommen wird, unmöglich, das Protoplasma dieser Zellen zu erkennen. Vom Huhn selbst bietet sich ein sehr gutes Beispiel in den vielbesprochenen Zellen, die im Innern der subgerminalen Höhle angetroffen werden. Obwohl dies unzweifelhaft Zellen sind, so dürfte es nur in ganz seltenen Fällen möglich sein, etwas von ihrem Protoplasma zu erkennen. Ich gebe also den Boden frei für den indirekten Beweis, — aber nicht für die willkürliche Speculation. Zum Beweise genügt es also nicht, darauf hinzuweisen, dass kleine dotterarme Eier, wie die der Säugethiere und einiger Amphibien, in ihrer ganzen Ausdehnung von Protoplasma durchzogen sind, oder dass das junge, wachsende Ei der Vögel sich ebenso verhielt; denn es ist ja möglich, dass während des Reifens oder nach erlangter Reife sich das Protoplasma aus dem Nahrungsdotter herausgezogen hat. In diesem Zusammenhange sei auf das Knochenfischei und insbesondere auf die Mittheilung von M. v. Kowalewski (18. S. 435) hingewiesen. Der genannte Forscher beobachtete beim Goldfisch, dass in dem reifen Ei, wenn es in Wasser kommt, das bis dahin gleichmässig vertheilte Protoplasma sich nach einem Pole des Eies sammelt und hier in Gestalt des Keimhügels vorspringt. K. bezeichnet diese Bewegung als ein „Strömen"; und es scheint mir besonders der Betonung werth, dass der Keim an sich die aktive Kraft besitzt, einen Hügel zu bilden, also aus der Kugelform herauszutreten, der er sich nach einfach physikalischen Bedingungen einfügen müsste. In diesem Falle ist allerdings die Trennung des „Bildungsdotters" von dem „Nahrungsdotter" keine vollständige, da noch netzförmig verbundene Protoplasmafäden in den Dotter hineinreichen, aber der Weg der Trennung ist doch betreten und sehr weit zurückgelegt, und es steht Nichts im Wege, sich vorzustellen, dass diese Trennung zu einer vollständigen werden könne. Beim Huhn wird nun der grösste Theil des Dotters schon früh durch die in den perilecithalen Spalt ergossene Flüssigkeit von der Keimhaut abgetrennt, und Nichts spricht dafür, dass in diesen centralen Abschnitten des Dotters wirksames Protoplasma vorhanden sei. Aber auch in der Dotterrinde sind wir nicht gezwungen, solches anzuerkennen und es im Sinne von Waldeyer (31. S. 15) zum Sitze einer längere Zeit fortwirkenden „secundären Furchung" zu machen. Wir dürfen und müssen vielmehr, unbeeinflusst durch apriorische Betrachtungen, in's Auge fassen, ob nicht auf andere Weise die peripherische Ausbreitung des Entoblasten — denn um diesen und nicht um den „Parablasten" wird sich unsere Untersuchung drehen müssen — zu Stande kommen.

Ob über den Rand der Keimhaut hinaus eine dünne Protoplasmarinde vor der Bebrütung zwischen Dotterhaut und Dotter gelegen sei, diese Frage bestimmt zu entscheiden, halte ich für sehr schwer; jedenfalls darf man auch hier nicht verallgemeinern, und man darf z. B. nicht die Verhältnisse des Insekteneies, an welchem, wie ich an Präparaten des Herrn Heider gesehen habe, die Protoplasmarinde überaus deutlich ist, auf die Vögel übertragen. Immerhin möchte ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass unmittelbar unter der Dotterhaut beim Ei des Huhnes und der Ente eine Schicht sehr kleiner Dotterelemente gelegen ist.

Wenn ich nun auch, wie Kölliker, der Meinung bin, oder es doch für das Wahrscheinlichere halte, dass sich im Hühnerei das Protoplasma im Beginn der Bebrütung auf einen kleinen Bezirk am proximalen Pole beschränkt, so glaube ich doch nicht, dass dieser Bezirk oder die „Keimscheibe" scharf (etwa durch eine Membran) abgegrenzt sei gegen den Dotter (weissen Dotter). Ich bin also der Meinung, dass es unmöglich ist, an dem frischgelegten Ei und an dem Eierstocksei des Huhnes genau anzugeben, wie weit das Protoplasma in den weissen Dotter hinabreicht, und ich bin vollkommen überzeugt, dass auch in der Bodenschicht der subgerminalen Höhle und in dem Rande derselben sich eine Furchung abspielt, die man wohl als „Dotterfurchung" bezeichnen kann. Hierzu bestimmen mich die Angaben verschiedener Beobachter, unter denen sich zuerst Götte (9. S. 148) deutlich ausgesprochen hat, und unter denen vor allem Duval (7) die Verhältnisse klar und nach ihrer topographischen Vertheilung dargestellt hat; es bestimmen mich ebenso die Analogien mit der Entwicklung von Lacerta und Ichthyophis, worüber wir Mittheilungen von Strahl (26. S. 289) sowie von P. und F. Sarasin (24. S. 18 u. 98) besitzen. Bei Lacerta ist dieser Furchungsvorgang über den ganzen Boden der subgerminalen Höhle ausgebreitet und führt nicht zu unwesentlichen und vorübergehenden Bildungen, sondern zu einer zusammenhängenden Schicht von „Dotterzellen", aus denen späterhin Dottersackepithelzellen werden; bei Ichthyophis aber ist er noch weiter ausgedehnt, indem er allmählich den ganzen Dotter, vielleicht mit Ausnahme einer kleinen centralen Partie ergreift. Beim Huhne ist jedoch, wie ich glaube, dieser Vorgang der Dotterfurchung zeitlich und räumlich sehr beschränkt, und die peripherische Weiterbildung des „Dotterentoblasten" wird durch einen anderen Vorgang vermittelt, der weiter unten geschildert werden soll; ein Vorgang, bei dem es sich, wie ich glaube, nicht mehr um Furchung einer schon vorhandenen Protoplasmamasse, sondern um ein Einwachsen von Zellen in den Dotter handelt.

3. Veränderungen des Dotters während der Bebrütung und nach dem Ausschlüpfen. — Die Veränderungen des Dotters müssen wir berücksichtigen, weil nur dadurch die Aufgabe klar wird, welche die Epithelzellen zu erfüllen haben. Eine Vorbemerkung ist zu machen: häufig wird durch die Einwirkung der Reagentien ein Theil der Dotterkugeln aufgelöst, und die dadurch entstehende Masse breitet sich in den Spalten zwischen den übrigen Dotterkugeln aus; das legt uns eine gewisse Zurückhaltung in der Verwerthung der Befunde auf. Die erste auffallende Erscheinung nun ist die, dass Flüssigkeit zwischen Dotter und Keimhaut in den perilecithalen Spalt ergossen wird; dünne wässrige Flüssigkeit, durch beigemischte Dotterbestandtheile milchig getrübt. Die Menge derselben ist so bedeutend, dass allmählich gegen die Mitte der Brützeit der Dotterraum fast das Doppelte seines ursprünglichen Volums bekommt. Wahrscheinlich hat diese Flüssigkeit die Bedeutung, die Dotterkugeln aufzulösen; ob ihr Fermente beigemischt sind, durch welche auch eine Umsetzung hervorgerufen wird, muss dahingestellt bleiben. Es liegt nun nahe, zu vermuthen, dass auch in der zweiten Hälfte der Brützeit, wenn unter einer gesteigerten Resorptionsthätigkeit die Flüssigkeit des perilecithalen Spaltes wieder verschwunden ist und der Dotter sich in zunehmender Eindickung befindet, trotzdem noch Flüssigkeit in capillarer Schicht ergossen wird, um die Auflösung der Dotterkugeln fortzusetzen. Jedesfalls nimmt die Zahl der letzteren stetig ab, und zur Zeit des Ausschlüpfens und nach derselben findet man an der Stelle des Dotters eine gleichmässige, in Reagentien körnige gerinnende Masse mit zwei Arten noch zu erwähnender Einschlüsse. Um diese Zeit hat der Dotter eine zähe Consistenz, etwa die einer Schmierseife, und der uneröffnete Dottersack fühlt sich in Folge dessen teigig an; auch behält derselbe jede ihm durch einen äusseren Druck ertheilte Form. Ein solcher Dottersack sinkt in Wasser schwerfällig zu Boden; der Dotter hat also ein hohes specifisches Gewicht. Schneidet man den Dottersack auf, so lässt sich der zähe Inhalt nur schwer von der Wand abspülen, umsomehr, da die später zu schildernden (s. S. 254) Blätter in den Dotter hineingepresst sind. Obwohl der Dotter stark abgenommen hat, so zeigen doch Schnitte, dass seine Menge am ersten Tage nach dem Ausschlüpfen immer noch das Vielfache des Gewebes beträgt, und dass noch am vierten Tage sich reichlich Dotter in den Spalten zwischen den Blättern vorfindet. Zugleich mit der Eindickung nimmt der Dotter eine dunklere Farbe an; ich habe notirt, dass am dritten Tage nach dem Ausschlüpfen der spärliche schmierige Dotter stark durchscheinend, zwischen orange und olivenfarben war, während die Wand selbst dunkel orange gefärbt erschien; dass am vierten Tage

beim Anschneiden des Dottersackes dunkelgelbe ölige Tropfen austraten. Bei einem andern (kleineren) Dottersack des vierten Tages bemerkte man vor dem Aufschneiden im Innern einen 2 mm grossen durchsichtigen, fettartig glänzenden Tropfen; beim Aufschneiden collabirte dieser Dottersack völlig, und es trat eine braungelbe, fast ölige Masse aus demselben hervor, welche bei der mikroskopischen Untersuchung sich durch hohes Lichtbrechungsvermögen auszeichnete. An Schnitten erhärteter Dottersäcke ist von dieser ölartigen Substanz, welche unter chemischer Umsetzung aus dem fettartigen Körper entstanden sein muss, nicht das Geringste zu sehen.

Von den zwei Arten von Einschlüssen wird die eine gebildet durch körnige Kugeln von sehr verschiedener Grösse, welche zuweilen Vacuolen (wahrscheinlich Fetttropfen) einschliessen. Zwischen ihnen und der umgebenden Masse ist in der Regel ein Spalt vorhanden, woraus zu schliessen ist, dass diese Kugeln durch Alcoholwirkung geschrumpft sind. Man darf in ihnen ungelöste Reste von Dotterkugeln erblicken, nur ist auffallend, dass sie sich durch Hämatoxylin dunkler färben, als die umgebende Masse.

Die zweite Art der Einschlüsse besteht in eigenthümlichen krystallinischen oder concentrischen Concrementen. Diese Körper hat Courty (4. Taf. II, Fig. 10) gesehen, später hat sie Duval (6. p. 235) in den späteren Stadien der Bebrütung aufgefunden und zwar in den unteren Abschnitten des Dottersackes; er bildet sie in Fig. 36 ab,. erklärt sie auf die Autorität von Dastre hin für Lecithin und findet, dass sie nach der Behandlung der Präparate mit Alcohol strahlig mit schwach concentrischer Zeichnung, nach Behandlung mit Säuren concentrisch geschichtet seien. Ich habe diese Körper in ungeheurer Menge in dem mit dem Nabel verbundenen, also distalen Abschnitt des Dottersackes eines im Ausschlüpfen begriffenen Hühnchens gefunden. Sie lagen hier dicht gedrängt, während der angrenzende Theil des Dottersackes von ihnen fast frei war. Der Theil des Schnittes, wo sie lagen, hatte schon makroskopisch (Lackpräparat) ein characteristisches Aussehen, nämlich bei auffallendem Lichte einen silberweissen Schimmer, den auch Duval hervorhebt; das Messer knirschte beim Schneiden und war nach Anfertigung der Schnitte stumpf. Man könnte daher diese Gebilde als „Dottersand“ bezeichnen, sowie man ja auch von Hirnsand spricht. Ich habe diese Gebilde auch am 19. Tage angetroffen, jedoch reichlich erst in den Tagen vom Ausschlüpfen an, so am dritten bis vierten und am sechsten bis siebenten Tage, sie dagegen am fünften bis sechsten vermisst, was jedenfalls nur ein Zufall war. Die Orte ihres Vorkommens sind verschieden: in den späteren Tagen finden sie sich im ganzen Dotter, am sechsten bis siebenten im Innern des Dottersackes, z. Th. von

Leucocyten oder auch von Bindegewebe eingeschlossen, am ersten bis zweiten Tage habe ich sie merkwürdigerweise im Nabel getroffen, worüber an anderer Stelle näher berichtet werden soll. Was nun die Gestalt dieser Körper anlangt, so wird man lebhaft an die Bemerkung erinnert, welche Sachs über das Inulin macht (23. p. 405). Ich finde diese Gebilde von ganz kleinen Körnchen an bis zu sehr bedeutender Grösse. In meinen Präparaten, welche sämmtlich mit Alcohol gehärtet, dann nach Boraxcarminfärbung mit salzsäurehaltigem Alcohol behandelt worden waren und dann lange in Alcohol gelegen hatten, überwiegt durchaus die concentrische Streifung; oft ist sie so fein und blass, dass ein fast homogenes Aussehen entsteht, in anderen Fällen sind die einzelnen in einander steckenden Schalen durch starke Linien, ja durch Spalten geschieden; oft sind die äusseren Schalen durch das Messer zertrümmert. Radiäre und concentrische Zeichnung sind zuweilen gleich deutlich; in den seltensten Fällen tritt die radiäre Zeichnung allein hervor, und dann ist die äussere Begrenzung nicht glatt sondern buchtig. Im Centrum dieser Sphärokrystalle steckt oft ein glänzendes Kügelchen, zuweilen ein zackiger Körper. Ganz auffallend ist es, dass ich in Schnitten eines Dottersackes vom sechsten bis siebenten Tage ein vielfach hin und her gebogenes Band von der gleichen Beschaffenheit, also den Durchschnitt einer von der fraglichen Substanz gebildeten Platte, fand. Ueber den Ursprung vermag ich wenig auszusagen, vor Allem nicht, ob die Gebilde durch die Behandlung entstanden oder im frischen Zustande der Dottersäcke ausgeschieden waren. Das eine kann behauptet werden, dass die Bildungsstätte nicht Zellen, sondern der freie Dotter sind.

Ich schliesse nun noch einige Bemerkungen technischen Inhaltes an, erstens mit Rücksicht auf Reagentien und Herstellung der Schnitte, zweitens mit Rücksicht auf Auswahl des Materiales, Orientirung und Schnittrichtung.

1. In Anbetracht der mannigfaltigen, durch den Dotter hauptsächlich bedingten Schwierigkeiten war ich zu einem vielfachen Wechsel der Methoden veranlasst. Ich fixirte mit Alcohol (heiss und kalt), Sublimat (heiss und kalt), Osmiumsäure, Osmiumgemischen, Chromessigsäure, Picrinschwefelsäure, Salpetersäure, Platinchlorid, Müller'scher Flüssigkeit; färbte mit Boraxcarmin, Alauncarmin, Alauncochenille, Picrocarmin, Hämatoxylin nach Delafield, Böhmer, Ehrlich, Weigert, Saffranin, Saffranin mit Picrinsäure-Nachbehandlung, Saffranin und Hämatoxylin mit Picrinsäure-Nachbehandlung, Eosin, Argentum nitricum; bettete ein in Paraffin und Celloidin (Photoxylin); klebte nach verschiedenen Methoden auf und

legte Serien an nach Obregia. Einiges sei über diese Methoden bemerkt: dass Alcohol eine Schrumpfung im Dotter erzeugt, ist schon bemerkt worden, ebenso, dass Chromessigsäure, Salpetersäure, Müller'sche Flüssigkeit Quellung hervorrufen. Salpetersäure erleichtert am meisten das Ablösen von Keimscheiben, giebt aber keine scharfe Zeichnung; Chromsäure giebt sehr scharfe Zeichnung in Keimscheiben und Dottersäcken vom zweiten Tage an; Osmiumsäure ist, wie bekannt, wegen der Schwärzung des Dotters wenig verwendbar. Von Färbungen ist Boraxcarmin für den fertigen Dottersack, sowie für Präparate des Nabels etc. am bequemsten zu verwenden; für letztere auch Hämatoxylin und Eosin; Saffranin oder Saffranin und Hämatoxylin mit Picrinsäure-Naehbehandlung ist sehr gut verwerthbar für den Dottersack vom dritten bis zum zwölften Tage; Höllensteinlösung giebt ganz ausgezeichnete Flächenbilder des Dottersackepithels; für das Studium der Dotterzellen bin ich mit Alauncarmin in Schnittfärbung am besten gefahren.

2. Als ich meine frühere Arbeit über den Dottersack schrieb (Dissertation), beging ich den Fehler, zu kleine und nicht genügend orientirte Abschnitte der Keimhäute zu untersuchen. Dieser Fehler war damals fast allgemein und hatte den grossen Nachtheil im Gefolge, dass nicht nur der einzelne Beobachter oft Zufälliges beschrieb, was keine allgemeine Geltung beanspruchen konnte, sondern dass auch verschiedene Untersucher zu keiner Verständigung gelangten, weil ihren Beobachtungen nicht das gleiche Objekt zu Grunde lag. Heute befinden wir uns allgemein auf einem höheren Standpunkte. In dieser Hinsicht verdienen die Arbeiten von Duval die höchste Anerkennung. Zwar war die Methode der topographischen Orientirung nicht neu, und besonders von His war sie schon ausgebildet; aber niemand hat sie mit soviel Geschick und Consequenz und mit so viel Erfolg angewendet wie Duval. Ich will jedoch bemerken, dass die histiologische Verarbeitung bei Duval nicht auf der gleichen Höhe steht wie die topographische, wovon man im Folgenden einige Beispiele finden wird. Ich selbst habe mich bemüht, meiner Untersuchung die nöthige Breite in zeitlicher und räumlicher Beziehung zu geben; zeitlich, indem ich von dem unbebrüteten Ei bis zu dem Hühnchen am siebenten Tage nach dem Ausschlüpfen, räumlich, indem ich möglichst viele Stellen untersuehte und Schnitte bis zu 20 mm Länge durch die peripherischen Theile der Keimhaut machte. Keimscheiben untersuchte ich nur unter genauer Orientirung der Schnitte auf die vorher angelegten Flächenbilder. Eine Orientirung der Keimscheiben unbebrüteter oder kurz bebrüteter Eier machte ich anfänglich nach der Methode von Koller (17.), dann nach der von Duval (7. p. 8).

Der fertige Dottersack; seine Aufnahme in die Leibeshöhle; seine Rückbildung; Eiweisssack; Leber.

In der Ueberschrift dieses Kapitels sind verschiedene Gegenstände vereinigt. Das geschieht, weil zwischen ihnen gewisse Beziehungen theils topographischer, theils physiologischer Art bestehen. Wollte ich in der Aufzählung der in diesem Kapitel behandelten Fragen vollständig sein, so müsste ich auch noch den Bindegewebsring, die Nabelhaut, den Nabel, die Verbindung des Dottersackes mit dem Nabel und den Dottergang nennen.

1. Der fertige Dottersack. Um die Zeit, wo das Hühnchen sich anschickt, das Ei zu verlassen, befindet sich der Dottersack auf der Höhe seiner Entwicklung. Ich sage nicht, dass er um diese Zeit seine höchste Entwicklung erst erreicht, aber wohl, dass er sie um diese Zeit hat. Wenn daher in dem Hertwig'schen Lehrbuche (III. Aufl. p. 185) gesagt wird: „Im zweiten Abschnitt (der Brützeit) treten hauptsächlich die regressiven Metamorphosen in den Vordergrund. Dieselben machen sich zunächst am Dottersacke geltend;" so ist das ein Irrthum, der auf Unkenntniss und zugleich auf einer unlogischen Folgerung beruht, nämlich auf der Folgerung, dass die Abnahme des Inhaltes eine regressive Metamorphose des Dottersackes selbst anzeige. In Wahrheit ist, so lange noch nennenswerthe Reste freien Dotters vorhanden sind, der gewebliche Charakter des Dottersackes unverändert. Ja es kann sogar mit einigem Rechte umgekehrt behauptet werden, dass sich die Leistungen des Dottersackes in den letzten Tagen der Brützeit und in den ersten Tagen nach dem Ausschlüpfen steigern, denn die Aufgabe des Dottersackepithels ist anscheinend eine schwierigere, indem sich dasselbe dem zähen, immer mehr eingedickten Dotter gegenübersieht; nicht, wie in der ersten Hälfte der Brützeit, den durch die Flüssigkeit des perilecithalen Spaltes stark verdünnten Dotterbestandtheilen.

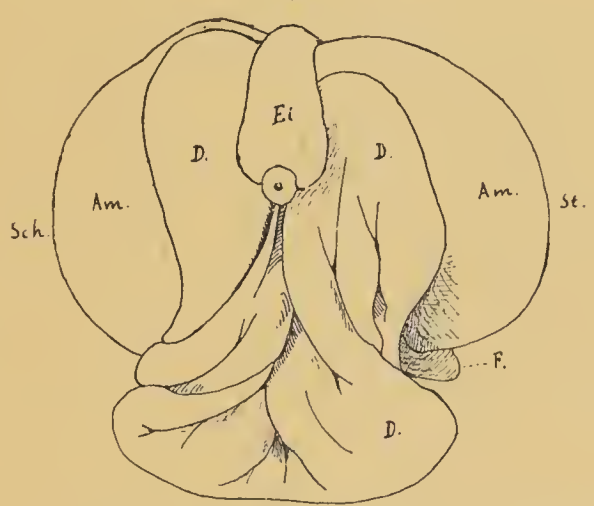
Um den Dottersack vom Ende der Brützeit genauer kennen zu lernen, muss man ihn aufschneiden, abspülen und ausbreiten. Dann bemerkt man bei der Betrachtung mit blossem Auge und mit der Lupe dreierlei:

1. Die Wand ist von unverminderter Ausdehnung, so dass sie im Stande wäre, fast eben soviel Dotter zu umfassen, als während der Zeit der grössten Dottermenge vorhanden war; die Länge des Meridians, d. h. der Abstand vom proximalen bis zum distalen Pole, beträgt etwas über 40 mm.

2. Die Wand ist von aussen betrachtet vollkommen glatt, ohne Falten. Es ergiebt sich daraus, dass die tiefen Einbiegungen, die man an dem uneröffneten Dottersacke um diese Zeit bemerkt, nicht auf einer Structureigenthümlichkeit seiner Wand, sondern auf äusse-

ren Einwirkungen beruhen. Man darf diese Einbiegungen nicht ausschliesslich, wie es in der Litteratur öfters geschehen ist, auf die anliegenden Allantois-Gefässe zurückführen; diese machen sogar oft nur ganz seichte Eindrücke. Ich habe diese Furchen in einer Reihe von Fällen genauer betrachtet und dabei gefunden, dass sie zeitlich und individuell sehr stark abändern und durch verschiedenartige Ursachen bedingt sind: Die eigenthümliche Consistenz des Dottersackes im reifen Hühnchen (s. p. 248) und die räumlichen Verhältnisse machen diese Einbiegungen begreiflich. Der Dottersack mit seinem eingedickten, zähen, teigartigen Inhalt verhält sich wie eine knetbare Masse. Jede Form, die man ihm giebt, bewahrt er, bis eine andere Gewalt ihn in eine andere Form bringt. Vor der Aufnahme in die Leibeshöhle ist es der Druck des Thieres selbst und die Pressung durch die

Fig 2.



Nabelhaut (s. p. 258), nach der Aufnahme der Druck aller anliegenden Theile, Eingeweide und Gefässe, was seine Form bestimmt. Die Blätter seiner Innenwand werden dabei in den zähen Inhalt hineingepresst und von diesem festgehalten. Ein Beispiel führe ich in Fig. 2 vor, welche den Inhalt eines sechszehn Tage gebrüteten Eies wiedergiebt, von dem auch Fig. 6 u. 7 genommen sind. Das Huhn selbst ist nicht sichtbar, da es im Amnios (Am.) eingeschlossen ist; Sch. ist die Gegend des Nackens oberhalb des Scheitels, St. die Gegend des Rückens oberhalb des Steisses, F. die linke Ferse. Das Hühnchen wird also von der linken Seite gesehen. Die Allantois ist entfernt, nicht nur das äussere sondern auch das innere Blatt. Der dadurch befreite Dottersack (D.) ist nur so weit abwärts gezogen und auseinandergelegt, dass man die tiefen Faltungen erblicken kann, welche er dadurch erlitten hat, dass er zwischen das vordere und

hintere Körperende eingekeilt und von dem inneren Blatte der Allantois zusammengepresst war. Die Bezeichnung Ei (Eiweisssack) wird weiter unten ihre Erklärung finden. Es sei übrigens bemerkt, dass möglicherweise bei Blut- bez. Brutwärme der zähe Dotter etwas weicher und der Dottersack daher leichter knetbar ist als bei Zimmertemperatur.

3. An der Innenseite der Wand erheben sich eigenthümlich gestaltete Blätter, welche um die Mitte der Brützeit zwar als Wülste angelegt waren, sich jedoch erst in der zweiten Hälfte derselben so eigenartig entwickelten. Zu einer Vorstellung dieser Blätter möge man auf folgende Weise gelangen: Man stelle sich die Gefässe des Dottersackes vor, wie sie vom proximalen zum distalen Pole verlaufen, also in radiärer oder meridionaler Richtung; man stelle sich vor, dass ein Theil der Gefässe (die Venen) von der Wand ab in's Innere rückt und dabei die Wand zu Blättern auszieht, ebenso wie der in's Innere der Bauchhöhle hineinrückende Darmkanal das Mesenterium nach sich zieht. Diese Blätter sind am Ende der Brützeit bis zu 4 mm hoch. Man stelle sich drittens vor, dass diese in's Innere hineinrückenden Gefässe sich unter Längenzunahme stark schlängeln, so dass auch die Blätter, namentlich an ihren freien Rändern, hin- und hergebogen werden. Ferner: so wie die Gefässe dichotomisch unter spitzen Winkeln getheilt sind, müssen auch die Blätter gespalten sein. Und endlich stelle man sich vor, dass alle diese Blätter nicht solide, sondern durchlöchert sind, und zwar durchbohrt von so zahlreichen feinen Oeffnungen, dass an die Stelle jedes einzelnen Blattes ein Netz oder Gitter tritt, welches aus runden Fäden oder Balken gebildet ist. Auch über die freien Ränder der Gitter, d. h. über die Gegend der Venen, springen noch Schlingen wie Maschen vor. Es entsteht dadurch ein Gebilde von höchster Zierlichkeit, und es entsteht eine Oberflächenvergrösserung, die nicht reicher gedacht werden kann. Man erhält davon eine lebhafte Empfindung, wenn man den Dottersack eines zum Ausschlüpfen bereiten Hühnchens aufschneidet: überall trifft die Scheere auf die in den zähen Dotter hineingepressten und in ihm festgehaltenen Blätter oder Gitter, und indem man die Wand durchtrennt, verletzt man schon Blätter der gegenüberliegenden Seite. Der Dotterraum ist dadurch in eine unendliche Zahl von feinen Buchten und Spalten zerlegt, und das resorbirende Epithel in die nächste Beziehung zu dem Inhalte gesetzt.

Ich habe versucht, in Figur 25 der Tafel XIII eine Anschauung dieser Verhältnisse zu geben. Es ist ein Stück von dem Dottersack einer im Ausschlüpfen begriffenen Ente, zweimal vergrössert. Auf der rechten Seite der Figur sieht man die Blätter umgelegt, also von der Fläche, und man blickt durch all die feinen Löcher hindurch; in

der Mitte der Figur sieht man die Blätter mehr von den Kanten; ausserdem treten die stark gewundenen, in den Dotter hineinragenden Venen und die dünneren glatter verlaufenden, in der Wand gelegenen Arterien hervor. Die Abbildung ist mit grosser Sorgfalt und Mühe durch Herrn Eyrich angefertigt. Der Beschauer wird anfänglich einen wenig plastischen Eindruck erhalten; er kann denselben aber steigern, wenn er den Blick einige Minuten auf der Figur verweilen lässt, indem er diese aus einer gewissen Entfernung betrachtet. Es bleibt aber auch so eine gewisse Verworrenheit in dem Bilde. Doch diese ist dem Objecte eigen; das letztere ist eben zu verwickelt, zu reich gestaltet, um ohne weitere Zerkleinerung ganz verständlich zu sein. Ich habe aber gewünscht, eine Abbildung wie die vorliegende in die Litteratur zu bringen, damit man den ganzen Reichthum der Bildung vor Augen habe. Durch eine weitere Figur (Taf. X Fig. 3) welche ein einzelnes Blatt oder Gitter, und zwar das vom Epithel befreite bindegewebige Gerüst desselben, zur Anschauung bringt, wird die geschilderte Abbildung wünschenswerthe Ergänzung finden.

Es ist hier der Ort, etwas über die sog. Vasa lutea von Haller zu bemerken. Die Vasa lutea sind keine Vasa, sondern es sind Wülste, die allerdings in ihrer Form durch die Gefässe, insbesondere durch die Venen bedingt sind. Der Durchschnitt belehrt uns aber, dass in diesen Wülsten nur die Achse von Gefässen eingenommen ist, und dass der grössere Theil der Dicke durch das hohe einschichtige Epithel gebildet wird. Auch sind die Gefässe, bezw. der Inhalt derselben, nicht gelb, sondern roth, aber das mit gelbem Fett dicht angefüllte Epithel, obwohl es nur einschichtig ist, lässt nicht das mindeste Licht hindurchfallen, so dass das im Innere gelegene rothe Blut keinen Einfluss auf die Färbung gewinnen kann. Das wird vollkommen deutlich, wenn man die in der Wand gelegenen Gefässe das eine Mal von der inneren, das andere Mal von der äusseren Seite her betrachtet. Auf der Innenseite sind sie gelb, sind „Vasa lutea", auf der Aussenseite dagegen, wo die Bekleidung mit Epithel fehlt, sind sie roth, wie andere Gefässe auch. Wie es scheint, hat diese vollkommene Verdeckung der Blutfarbe durch das Dottergelb Pander getäuscht und zu dem eigenthümlichen Satze gebracht (20. p. 16): „gegen den fünfzehnten Tag hin scheinen die Gefässe der Keimhaut überhaupt abzusterben". — C. E. v. Baer (2. p. 107) sagt schon ganz klar und richtig: „das gelbe Aussehen leite ich nur vom Ueberzuge her".

Die geschilderten Blätter oder Gitter sind am höchsten am Aequator, gegen den proximalen und distalen Pol hin werden sie niedriger. Die Arterien liegen nicht in den Gittern sondern in der

Wand, theils in den Basen der Blätter, theils zwischen zwei der letzteren.

Die Bedeutung dieser hochentwickelten Einrichtung wird man erst voll ermessen, wenn man sich das Gefässnetz der Gitter vorstellt: in jedem Balken des Gitterwerks liegt ein Gefäss, und es besteht also ein Geflecht von Capillaren, welches ebenso reich ist, wie das Netz der Gitterfäden selbst. Das Gefäss liegt jedesmal in der Achse und ist von dem hohen einschichtigen Epithel bekleidet.

Ich will nun das Gesagte dadurch ergänzen, dass ich drei Abbildungen vorführe, welche die Blätter auf einer früheren Stufe ihrer Entwicklung darstellen; alle drei gehören zu einem Dottersack vom zwölften Tage, welcher mit Höllensteinlösung behandelt war, so dass auch die Zellengrenzen deutlich sind, was auf den beiden Figuren der Tafel XIV sehr deutlich, auf der Figur 26 der Tafel XIII weniger scharf hervortritt. Die letztere giebt ein Uebersichtsbild über ein grösseres Stück des Dottersackes bei 5,5 facher Vergrösserung; Fig. 28 giebt stärker vergrössert eine Stelle desselben Präparates, welche man leicht in der Nähe des linken Randes der Fig. 26 in Verbindung mit der dicken Vene auffinden wird; Fig. 27 ist von einer anderen Stelle desselben Dottersackes genommen und stellt ein abgeschnittenes Blatt vor, an welchem links der in der Basis gelegene Arterienwulst, rechts der an der freien Kante gelegene Venenwulst sichtbar ist; zwischen beiden verbindende Balken. In Fig. 28 ist ein solches, sich über die Fläche der Wand erhebendes Blatt halb von der Kante, halb von der Fläche sichtbar, in der Basis desselben schimmert die Arterie deutlich durch die bekleidenden Zellen hindurch. Fig. 26 zeigt diese Verhältnisse in einem grösseren Reichthum, und man wird sich leicht von der z. Th. ausserordentlich starken Biegung der Venenwülste überzeugen, ebenso wie man auch in der Wand die gerade verlaufenden Arterien auffinden wird; es sei noch besonders darauf aufmerksam gemacht, dass dort, wo die seitlichen Venenwülste in das Niveau der Wand eintreten, sich häufig in der Fortsetzung derselben perlschnurartig aufgereihte Erhebungen finden. Fig. 27 u. 28 geben einen deutlichen Begriff von dem Grade der Durchlöcherung der Blätter, wie er um diese Zeit besteht. Derselbe ist nicht entfernt zu vergleichen mit dem Zustande, der vorher vom Ende der Brützeit geschildert wurde, und man wird zugeben, das von einer regressiven Metamorphose des Dottersackes während der zweiten Hälfte der Brützeit nicht gesprochen werden kann.

Die geschilderten, so auffallenden Blätter konnten natürlich früheren Beobachtern nicht gänzlich unbekannt bleiben. Ausser Haller, dessen Erinnerung sich in den Vasa lutea erhalten hat, sei hier

Pander (20.) genannt, welcher in Fig. 6, 7, 8 seiner zehnten Tafel Abbildungen liefert. v. Baer (2.) spricht von den Blättern auf S. 123. Am ausführlichsten sind die Mittheilungen von Courty (4.), in dessen Arbeit man die Seiten 16, 17, 19, 21, 23, 24, sowie die Figg. 1, 2, 4 der Taf. II, Figg. 1, 2, 6, 10, 11 der Taf. III nachsehen möge.

2. Aufnahme des Dottersackes in die Bauchhöhle. — Bevor das Hühnchen das Ei verlässt, hat es den Dottersack in die Bauchhöhle aufgenommen, und es tritt in die Welt ein mit einem erheblichem Vorrath von Nahrungsmaterial. Diese Thatsache ist so auffällig, dass sie der Beobachtung nicht entgehen konnte, und jede Bäuerin, die einen Hühnerhof hält, weiss davon. Es hat sich daher auch eine Erinnerung an diese Thatsache in unseren Lehrbüchern erhalten, wenn auch in abgeblasster und äusserst schematisirter Form.

Bei einer Ente, die am Aussehlüpfen war, von 46 g Körpergewicht, 1,1 g Lebergewieht, betrug das Gewieht des Dottersackes 6 g. Es wurde schon früher erwähnt, dass zwar der Dotter um diese Zeit an Masse abgenommen hat, der Dottersack aber noch auf der Höhe seiner Entwieklung steht.

Die Einbringung einer so bedeutenden Masse in die Leibeshöhle, dureh den vorher engen Nabel, ist keine leichte Aufgabe; und die Schwierigkeit wird durch die früher erwähnte teigige Beschaffenheit des Dottersackes gesteigert. Wenn die Thiere, wie es beim Brüten im Kasten sehr oft geschieht, um diese Zeit absterben, so findet man den Dottersack nur zum Theil in der Leibeshöhle, der Rest ragt noeh naeh aussen hervor; zum Beweise, dass bei dem schon lebensschwachen Thiere sich nicht mehr die Fähigkeit einer Kraftentfaltung fand, wie sie diese schwierige Aufgabe forderte.

Wo aber sind die Kräfte, die diese Aufgabe vollbringen? In der Regel heisst es, der Dottersack werde dureh den Zug des Dottergan ges an den Darm heran und in die Leibeshöhle hineingezogen. Ieh weiss nicht, wer diese Anschauung aufgebraeht hat; wohl aber muss ieh mich verwundern, dass eine Behauptung so oft hat wiederholt werden können, für die es nieht nur keinen Beweis, sondern auch nicht die mindeste Wahrscheinliehkeit giebt. Der Dottergang sitzt am Darm, der Darm aber hängt lose am Mesenterium; es würde also dem Dottergange, selbst wenn er sieh auf eine Länge von Null verkürzen könnte, gänzlieh an einem Stützpunkte fehlen, um einen so schwerfälligen Körper zu bewältigen. Eher könnte man umgekehrt auf die Thatsache hinweisen, dass noch bis zum neunzehnten Tage das Darmstück, von welehem der Dottergang ausgeht, aus dem Leibesnabel hervorhängt, und man könnte diese Erscheinung so deu-

ten, dass der grosse Dottersack mit seiner trägen Masse seinerseits vermittelst des Dotterganges einen Zug auf den durch das Mesenterium lose befestigten Darm ausübt. Auch betrachte man nur ein Hühnchen, welches soeben oder seit mehreren Stunden das Ei verlassen hat, oder welches unmittelbar vor dem Ausschlüpfen ist. Die beistehenden beiden Figuren sind geeignet, dasselbe anschaulich zu machen. In der ersten der beiden Figuren sieht man das zum Aus-

Fig 3.

Fig. 4.

schlüpfen reife Hühnchen in seiner natürlichen Lagerung im Ei von der rechten Seite. Der Bauch ist durch den Dottersack stark aufgetrieben. In der zweiten Figur erblickt man den Rumpf des gleichen Thieres nach Abtragung der Füsse; in dieser Figur ist r. E. = rechte hintere Extremität, A. = Allantoisrest, V. a. = Allantoisgefässe, i. Ns. = innerer Nabelsaum, ä. Ns. = äusserer Nabelsaum, ä. Nf. = äusseres Nabelfeld. Es ist ohne weiteren Beweis einleuchtend, dass der Dottergang niemals einen solchen Einfluss auf den Dottersack ausüben kann, dass dieser nun seinerseits die Bauchwand nach aussen hervorstülpt. Der Leser wird ohne Weiteres verstehen, dass diese Kraft nur distal von dem Dottersacke gelegen sein kann. Und hier treffen wir sie auch in der That an in Gestalt einer muskulösen Haut, die wir deswegen, weil sie nach der Aufnahme des Dottersackes zu einem Bestandtheil des Nabels wird, „Nabelhaut“ nennen mögen. In der zuletzt vorgeführten Figur treffen wir diese Haut schon stark verkleinert zwischen dem „äusseren“ und „inneren Nabelsaum“ in Gestalt des „äusseren Nabelfeldes“. Man wird sich wohl sagen, dass wir einen Theil des Amnios vor uns haben. Also das Amnios kommt für die fragliche Leistung auf. Ausser ihm ist aber auch das innere Blatt der Allantois an der Einverleibung des Dottersackes betheiligt, ja dieses sogar anfänglich in viel ausgesprochenerer Weise als das Amnios. Um das jedoch deutlich machen zu können, müssen wir

die Entwicklung der fötalen Anhänge vor unserer Erinnerung vorüberziehen lassen.

Von den drei Blättern, welche sich aus dem Keim entwickeln, spaltet sich das mittlere in die parietale und viscerale Seitenplatte. Die viscerale Seitenplatte verbindet sich mit dem Entoderm, und beide zusammen bilden in dem ausserembryonalen Keimbezirke den Dottersack; die parietale Seitenplatte verbindet sich mit dem Ectoderm, und beide zusammen erheben sich zur Amniosfalte. Aus letzterer entsteht durch Abschnürung in bekannter Weise das Amnios und die seröse Hülle. Die seröse Höhle oder das Aussencölom ist währenddessen zwischen den beiden Seitenplatten ausgebildet worden und findet sich zwischen seröser Hülle einerseits, Amnios und Dottersack andrerseits. In die seröse Höhle hinein wächst die Allantois, und indem diese sich frühzeitig, den räumlichen Verhältnissen entsprechend, abplattet, sondert sich an ihr eine äussere und innere Wand, das äussere und innere Blatt der Allantois, welche beide geweblich und dementsprechend auch functionell von einander verschieden sind. Das äussere Blatt wird Respirationsorgan, das innere erlangt eine mechanische Bedeutung; das äussere verdickt sich und wird Träger der dicken Gefässstämme der Allantois und eines reichen Gefässnetzes; das innere ist zwar auch reich an Gefässen, doch sind diese im Allgemeinen feiner. Das innere Blatt erlangt nicht die Dicke des äusseren, dagegen erzeugt es glatte Muskulatur, während sich das äussere auf die Ausbildung von Schleimgewebe beschränkt. Von Anfang an tritt das äussere Blatt der Allantois mit der serösen Hülle in feste Verbindung, so dass die seröse Hülle ihre Selbständigkeit in demselben Maasse verliert, als das äussere Blatt der Allantois sich an ihr hinschiebt. Ebenso verwächst das innere Blatt der Allantois mit dem Amnios, was für unsere weitere Betrachtung (s. p. 280 f.) von grosser Bedeutung sein wird. Dagegen bleibt dort, wo das innere Blatt der Allantois an den Dottersack grenzt, die seröse Höhle erhalten, ebenso wie dort, wo das Amnios an den Dottersack anstösst.

Ich möchte auf die mechanische Bedeutung der geschilderten Verhältnisse um so mehr aufmerksam machen, als man es unseren Lehrbüchern anmerkt, dass sie bei dem Capitel der Eihäute, angesichts der verschiedenen Faltenbildungen und Ineinanderschiebungen, im allgemeinen froh sind, wenn sie diese verwickelten Verhältnisse rein schematisch, mit Hülfe farbiger Linien, glücklich dargestellt haben. Auch das Studium der Eihäute mit Hülfe von Schnitten durch ganze Eier (kleiner Vögel), welches Duval mit so grossem Erfolge angewendet hat, so sehr es einerseits die Erkennung der topographischen Verhältnisse fördert, macht doch anderseits gar keinen

Eindruck in Hinsicht der mechanischen Eigenschaften. Ja, Duval hat nicht einmal erkannt, dass das innere Blatt der Allantois eine muskulöse Haut ist. Beim Studium von flächenhaft ausgebreiteten Organen, von Häuten, ist die Präparation und Ausbreitung im frischen Zustande sehr wichtig, weil wir nicht nur durch das Auge, sondern durch das Gefühl in der lebhaftesten Weise über die Eigenschaften, namentlich über die mechanischen Eigenschaften, unterrichtet werden. Was das bei dem inneren Blatte der Allantois besagen will, wird sich sogleich noch zeigen. Hier sei zunächst nur Folgendes betont: dadurch dass der Dottersack von Amnios und Allantois getrennt bleibt, inneres und äusseres Blatt der Allantois dauernd durch die Allantoishöhle geschieden sind, ist es möglich, dass die genannten Theile sich in jedem Augenblicke gegen einander verschieben; Amnios und inneres Blatt der Allantois dagegen können sich nicht gegen einander verschieben, sie verschmelzen vielmehr zu einer Einheit und haben dementsprechend auch im Wesentlichen übereinstimmende Structur. Sie haben nämlich beide den Charakter von Muskelhäuten, jedes von ihnen bildet eine zusammenhängende Lage von glatten Muskelzellen aus, welche beim Amnios sowie beim inneren Blatte der Allantois aussen (mit Bezug auf die Höhlen) liegt. Indem sich die genannten beiden Häute mit einander verbinden, legen sich die beiden Muskelschichten aneinander. Ob sie dann fernerhin noch als getrennte Lagen zu verfolgen sind, und was sonst noch über diese Muskulatur zu bemerken wäre, kann ich unerörtert lassen, da diese Aufgabe gegenwärtig von anderer Seite verfolgt wird.

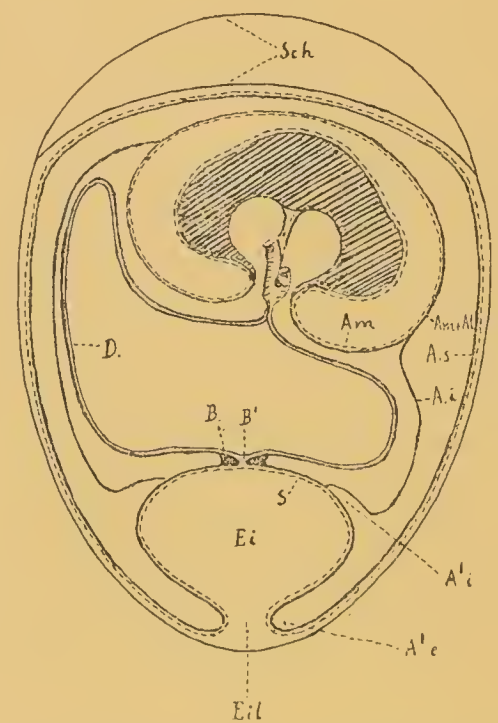
Indem nun die Allantois sich immer weiter distalwärts vorschiebt, trifft sie auf den eingedickten Rest des Eiweisses, welcher sich nach der Mitte der Brützeit in die Gegend des spitzen Eipoles zurückgezogen hat; und nun dringt sie nicht etwa zwischen Eiweiss und Dottersack weiter vor (ich folge hier zunächst in der Darstellung Duval, werde aber Genaueres auf Grund eigener Erfahrungen weiterhin bringen), sondern sie bleibt der Schalenhaut eng angelagert, schiebt sich also zwischen dieser und dem Eiweissreste weiter. Sie erzeugt in Folge dessen eine Falte der serösen Hülle; und indem diese Falte sich schliesst (ich folge hier der Darstellung von Duval), entsteht eine Höhle, ein neues viertes fötales Organ, der „Eiweisssack", wie ich es nennen will. Schon v. Baer machte Andeutungen über dieses Verhältniss (2. p. 131) mit den Worten (XIV. bis XVI. Tag): „Am spitzen Ende des Eies scheinen die Ränder des Harnsackes, wenn das Eiweiss sehr fest an der Schalenhaut sitzt, dieses zu durchschneiden, denn man findet zuweilen ein wenig Eiweiss am spitzen Ende des Eies ausserhalb des Harnsackes, das Uebrige innerhalb desselben." Aber erst Duval (6.) machte dadurch, dass er die Eier

kleiner Vögel im Ganzen schnitt, die topographischen und geweblichen Verhältnisse klar und zeigte, dass es sich um etwas Wesentliches und Typisches handele.

Da diese verwickelten Verhältnisse ohne Abbildung nicht klar zu machen sind und vor der weiteren Darstellung klar gelegt werden müssen, so übernehme ich hier die letzte Abbildung des Duval'schen Atlas (8. Taf. 40 Fig. 652), ändere jedoch diese Figur in einigen Punkten ab und zwar aus folgenden Gründen. Duval gewann seine Kenntnisse von den topographischen Verhältnissen der Eihäute hauptsächlich dadurch, dass er Schnitte durch ganze Eier kleiner Vögel machte; die Ergebnisse sind in einer besonderen Arbeit niedergelegt (6). In den schematischen Figuren der letzten Seite des Atlas sind die Züge, welche man aus den Abbildungen zu jener Arbeit kennt, zum grossen Theile wiederzufinden. Die Abbildungen im Atlas aber erlangten durch die Anwendung verschiedener Farben und durch dicke Linienführung den Anschein von Schemata. In solchen aber ist es nicht nur gestattet, sondern geboten, Unwesentliches fortzulassen und entstellende Zufälligkeiten zu beseitigen. In einem wichtigen Punkte weicht Duval selbst in dem Atlas von seiner Originalarbeit ab, nämlich darin, dass er im Atlas das innere Blatt der Allantois mit dem Amnios in Verbindung zeichnet, während er in der Arbeit ausdrücklich betont, dass es dem Amnios zwar anliege, jedoch von demselben geschieden sei (6. p. 228). Ob Duval bis zur Herstellung der Figuren im Atlas eine bestimmtere und richtigere Meinung über diesen Punkt gefasst habe, oder ob die Zeichnung durch ein unbeabsichtigtes Versehen den wahren Verhältnissen entsprechender geworden sei, lässt sich nicht beurtheilen, da Duval in dem Text und der Tafelerklärung des Atlas keine Andeutung giebt. Die Punkte nun, in denen ich die Abbildung ändere, sind folgende: 1. Ich lasse die Darmschlinge, welche den Dottergang trägt, aus dem Leibesnabel hervorhängen, weil ich es bis zum neunzehnten Tage ausnahmslos so gefunden habe. Auch Baer äussert sich ähnlich (2); auf p. 135: „Am neunzehnten Tage hat der Eintritt des Dotters erst begonnen", und p. 136: „Mit dem neunzehnten Tage ungefähr beginnt dieses Eintreten." 2. Ich lasse die Falten an der Innenseite des Eiweisssackes fort, da sie nach meiner Meinung keine typische Bedeutung haben (s. weiter unten). 3. Ich lasse den Eiweisssack am spitzen Eipole offen, weil ich ihn beim Huhne stets so getroffen habe. Uebrigens ist das von keiner eingreifenden Bedeutung. 4. Ich lasse die eigenthümliche Ausstülpung des Dottersackes in den Eiweisssack, den „Dottersacknabelsack" (sac de l'ombilic ombilical), welchen Duval entdeckte (6. p. 233; Fig. 20 auf Taf. XI) fort, weil ich nicht davon überzeugt bin, dass derselbe constant vorkommt, und weil er,

wenn er constant vorkommt, mir doch etwas Unwesentliches, ja eine Unvollkommenheit darzustellen scheint. Erwähnung wird dieser Punkt noch später finden. Mit den angegebenen Abänderungen ist aus der Duval'schen Abbildung die nebenstehende Figur entstanden, und es gelten für sie folgende Bezeichnungen: Sch = Schale + Schalenhaut, Am = freier Theil des Amnios, Am + Al = Amnios mit dem inneren Blatte der Allantois vereinigt, Ai = freier Theil des inneren Blattes der Allantois, As = seröse Hülle mit dem äusseren Blatte der Allantois vereinigt, s = freier Theil der serösen Hülle bzw. der Wand des Eiweisssackes, A'e = äussere Randfalte der Allantois, A'i = in-

Fig. 5.



nere Randfalte der Allantois, Ei = Eiweisssack, Eil = Eiweisssackloch, D = Dottersack, B = Bindegewebsring, B' = centrale Oeffnung im Bindegewebsring oder Dottersacknabelloch. Das Ectoderm ist durch eine punktirte Linie gegeben; die epitheliale Auskleidung der Allantois ist nicht angedeutet.

3. Das Eiweissorgan. — Das Vorausgehende hat uns auf ein eigenthümliches Organ, den „Eiweisssack" geführt; und ich gehe auf diesen hier noch in einem besonderen Abschnitte ein, weil wir bei dem Studium der Nabelbildung davon nicht absehen können,

und weil ich nach der grundlegenden Arbeit von Duval, die uns überhaupt erst mit diesem Organe bekannt gemacht hat, über die Verhältnisse desselben beim Huhne noch manches zu bemerken finde.

Duval bezeichnet das Organ als „Placenta“ oder „placentares Organ“ (6. S. 229), und bezeichnet es ausdrücklich (S. 227) als „die erste Spur der wahren Placenta“. Durch Untersuchungen über die Eihautentwicklung von Säugethieren, namentlich des Pferdes (3. Fig. 175), hat sich in der That eine merkwürdige Analogie, vielleicht Homologie zwischen dem erwähnten Organe des Huhnes und der „Dottersackplacenta“ von Säugethieren herausgestellt. Trotzdem ziehe ich hier eine Bezeichnung vor, welche die einfach physiologische Bedeutung des Organes innerhalb der Thiergruppe, bei der es sich findet, ausdrückt, und führe den Ausdruck „Eiweisssack“ ein. So wie der „Dottersack“ das Organ der Dotteraufnahme, so ist der Eiweisssack das der Eiweissaufnahme. Da aber letzterer sich nicht immer schliesst, also nicht immer ein Sack zu Stande kommt, so wird auch die indifferentere Bezeichnung eines „Eiweissorganes“ Anwendung finden müssen.

Meine Angaben über das Eiweissorgan, welche z. T. von denen Duvals abweichen, beziehen sich 1. auf die Lage; 2. auf die Gestalt; 3. auf das Epithel.

1. Bevor wir von der Lage des Eiweissorganes sprechen können, müssen wir über die Lage des Hühnchens selbst und die des Dottersackes einiges vorausschicken. Die Lage des Hühnchens ändert sich während der Bebrütung, und wir können das Nöthige hierüber aus Baer (2) entnehmen. Baer sagt S. 124 (XI. bis XIII. Tag): Der Embryo ist „dem stumpfen Ende näher als dem spitzen. Gewöhnlich liegt er hier in Form eines Ringes, der die Querperipherie des Eies einnimmt“; S. 131 (XIV bis XVI. Tag): „Der enge Raum im Ei erlaubt dem Embryo nicht mehr, in der Querachse des Eies zu bleiben, sondern bei fortgehendem Wachsthum wird er jetzt immer entschiedener mit seiner längsten Dimension in die Längenachse des Eies geschoben.“ Noch bestimmter prägt sich diese Lage in den folgenden Tagen aus; man vergleiche, was v. Baer über den XVII. bis XIX. Tag (S. 134), sowie über den XX. und XXI. (S. 136) bemerkt. Die von mir früher gegebene Fig. 3, sowie einige noch folgende Abbildungen bringen die Lage der letzten Tage zur Anschauung. Duval beschreibt als Endlage nur diejenige, welche v. Baer für den XI. bis XIII. Tag angiebt, und misst ihr offenbar zu sehr einen bleibenden Werth bei. Duval lässt sich hier von dem Streben nach einer gewissen Eleganz und Zuspitzung der Darstellung verführen; er spricht von „drei Etagen“ in dem auf der Spitze stehenden Ei, von denen die oberste von dem Embryo, die

mittlere von dem Dottersack und die unterste von dem Eiweiss eingenommen sei; und er deutet an, dass die Schwere einen bestimmenden Einfluss auf diese Schichtung ausübe. Ich möchte demgegenüber bemerken, dass, wenn die Eier kleiner Vögel im Neste wirklich auf der Spitze stehen, dies nicht durch Vortheile der Eientwicklung, sondern durch den engen Raum bedingt ist, da so die Eier am wenigsten Flächenraum einnehmen; dass aber die Hühnereier, wenn die Henne brütet, nicht auf der Spitze stehen; und dass die Henne die Eier auch nicht in einer Lage belässt, sondern täglich rührt. Letzteres ist sogar, wie man weiss, von Wichtigkeit, da sonst leicht schädliche Verwachsungen entstehen. Obwohl aber die Hühnereier nicht auf der Spitze stehend gebrütet werden, so ist trotzdem zu einer gewissen Zeit die Lagerung des Eiinhaltes in drei Etagen vorhanden. Aber eben nur zu einer gewissen Zeit. Daraus muss man schliessen, dass Duval die Endstadien der Entwicklung nicht untersucht hat, weil zufällig seine spätesten Stufen noch nicht bis zu Ende entwickelt waren. Wenn wir unter Zuhilfenahme der Baer'schen Angabe schätzen wollen, wie weit Duval's Eier entwickelt waren, so müssen wir sagen: es fehlte noch reichlich der dritte Theil der ganzen Entwicklung, vorausgesetzt, dass sich die topographischen Verhältnisse so verhalten, wie beim Huhn. Wenn Duval seine Untersuchung mit diesem Studium abschloss, so ist ihm daraus kein Vorwurf zu machen, da er ja bei der Erlangung des Materiales vom Zufall abhängig war, wohl aber ist er zu tadeln, dass er die Fig. 652 in seinem Atlas als die eines Huhnes „nach dem siebzehnten Tage" gab, verführt durch das Bestreben, in dem Beschauer den Anschein zu erwecken, als habe er die Untersuchung bis zum Schluss durchgeführt.

Das Hühnchen liegt also in typischer Weise in den letzten Brüttagen so, dass sein Rücken einer Längsseite des Eies anliegt, der Scheitel stösst an die Luftkammer, der Steiss findet in dem spitzen Eipole Platz. Die Lage von Kopf und Füssen ist dabei nicht absolut streng; wenn der Kopf in der Regel nach der Seite gedreht ist (s. Fig. 3 u. 19), so ist das dadurch bedingt, dass links der Dottersack weiter hinaufreicht, hier also weniger Platz ist. Doch kann der Kopf auch symmetrisch liegen; wenn er nach rechts gedreht ist, so findet wieder nicht immer der Schnabel seinen Platz unter dem rechten Flügel, sondern zuweilen auf demselben. Zweimal fand ich Hühner von der Entwicklungsstufe des zwanzigsten Tages (s. Fig. 12 u. 13) mit dem Rücken an der Luftkammer anliegend und mit dem Scheitel gegen den spitzen Eipol gewendet, so dass hier möglicher Weise eine Störung vorgekommen ist, sei es, dass diese Thiere schon vorher zu schwach waren, die normale Lage an-

zunehmen, sei es, dass sie durch eine finale Asphyxie zu gewaltsamen Bewegungen veranlasst worden waren.

Nach diesen Bemerkungen über die Lage des Hühnchens betrachten wir die Lage des Dottersackes in den letzten Brüttagen, wozu uns die nebenstehenden beiden Figuren einen Anhaltspunkt bieten mögen. Die Figuren stellen das Hühnchen von der rechten und von der linken Seite vor, noch umhüllt vom Amnios und durch dieses hindurchscheinend; das äussere Blatt der Allantois ist bis auf einen kleinen Rest am distalen Pole entfernt, das innere Blatt ist erhalten geblieben. Für diese beiden Figuren gelten folgende Bezeichnungen: Sch = Scheitel, St = Steiss, D = Dottersack, Ei = Eiweisssack, A. e = äusseres Blatt der Allantois, abgeschnitten, Eil = Loch des Eiweisssackes, v = Gefässe der Allantois, r. h. = rechter Lauf, r. v. = rechter Flügel, L = rechte Lidspalte. Die punk-

Fig. 6.

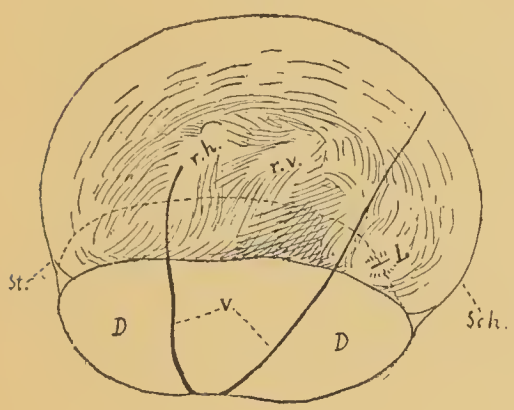
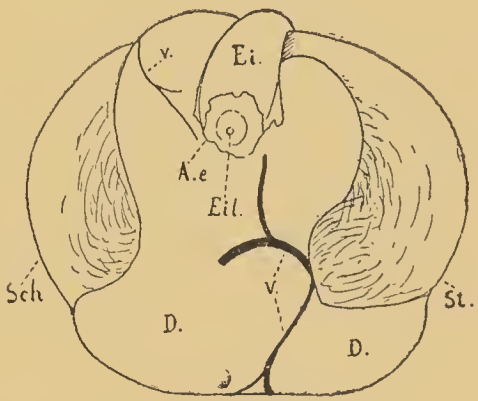


Fig. 7.

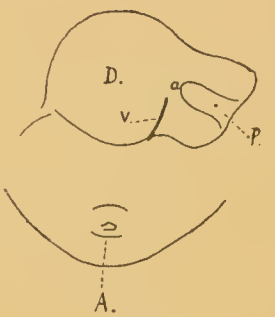


tirte Linie auf Fig. 6 giebt die Grenze des freien und des mit dem Amnios verwachsenen Theiles des inneren Blattes der Allantois an.

Diese Figuren enthüllen eine Asymmetrie in der Lagerung des Dottersackes, darin bestehend, dass der Dottersack auf der linken Seite des Thieres weiter hinaufreicht als auf der rechten. Der Grad dieser Asymmetrie ist nicht immer der gleiche, aber die Asymmetrie selbst ist stets vorhanden. Anfangs übersah ich dieselbe, umsomehr, da ja in der Lagerung des Thieres und in der Gestalt des Eiweissorganes mancherlei Verschiedenheiten vorkommen; nachdem ich aber einmal darauf aufmerksam geworden war, fand ich die Asymmetrie stets wieder. In Folge derselben ist der distale Dottersackpol weit nach links hinaufgeschoben, und der Abstand von diesem Pole bis zum Amnios ist, wenn man nach links geht, sehr gering, wenn man dagegen nach rechts geht, sehr bedeutend. Woher diese eigenthümliche Asymmetrie komme, kann ich nicht sagen; vielleicht steht

sie mit dem von Anfang an asymmetrischen Austritt der Allantois und mit der Anordnung der Allantoisgefässe in Verbindung. Diese Asymmetrie erhält sich bis zum Schlusse der Brützeit, und selbst wenn schon der grösste Theil des Dottersackes aufgenommen ist, bleibt sie noch sichtbar, wie beistehende Figur der Bauchgegend

Fig. 8.



eines Hühnchens vom zwanzigsten Tage zeigt, für welche folgende Bezeichnungen gelten: A = After, D = Dottersack, P = distales Polfeld desselben, v = Allantoisgefäss; a entspricht a der Figur 13 und der Punkt bezeichnet die Mitte des Polfeldes. Es ist möglich, dass sich Spuren der Asymmetrie noch nach der Aufnahme des Dottersackes in die Leibeshöhle erhalten, wenigstens habe ich von einem Dottersacke vom dritten Tage nach dem Ausschlüpfen verzeichnet, dass seine Meridiane nicht gleich waren.

Hiermit ist dann auch die Lage des Eiweissorganes bezeichnet, da ja dieses mit dem distalen Pole des Dottersackes in Verbindung steht. Eine Linie, welche vom Rücken durch den Leibesnabel gezogen wird, trifft also den Eiweisssack nicht, sondern dieser ist weit nach links hinaufgeschoben; ja die Tendenz der Asymmetrie trat sogar in mehreren Fällen an dem Eiweissorgan so stark hervor, dass dasselbe nicht gleichmässig um den distalen Dottersackpol herum sich lagerte, sondern denselben weiter nach links wie nach rechts überschritt, so dass in diesen Fällen (vergl. Fig. 7 und Fig. 10) das Eiweissorgan sogar linkerseits mit dem Amnios in Berührung trat.

2. Gestalt des Eiweissorganes. — Es sei zuvor bemerkt, dass ich in den letzten Brüttagen öfters noch recht beachtenswerthe Eiweissreste gefunden habe, so dass ich nicht glaube, dass dieselben bis zum Ausschlüpfen noch hätten resorbirt werden können. Die Thiere waren aber sämmtlich im Kasten gebrütet, und da die Mehrzahl der künstlich gebrüteten Hühnchen, selbst wenn sie bis zum Schlusse der Brützeit kamen, doch noch vor dem Ausschlüpfen abstarb, so möchte

ich selbst die Frage anregen, ob nicht vielleicht auch diejenigen Thiere, welche ich lebend und frisch traf, doch an Ausbildung hinter solchen zurückstanden, die von der Henne gebrütet werden. Es wäre wohl möglich, dass bei diesen das Eiweiss vollkommen resorbirt wird, und dass auch das Eiweissorgan nicht die Verschiedenheiten der Gestalt zeigt, welche ich jetzt besprechen werde. Ich habe das Eiweissorgan in zwei sehr verschiedenen Formen getroffen, das einemal als einen fast geschlossenen Sack („Eiweisssack"), das anderemal als ein gänzlich offenes Feld („Eiweissfeld"). Dass es sich aber immer um das gleiche Organ handelte, ging aus dem topographischen und geweblichen Verhalten hervor, aus dem topographischen, insofern als die Beziehungen zur Allantois die gleichen waren, und aus dem geweblichen, insofern als das charakteristische, weiterhin näher zu schildernde Epithel sich scharf gegen das umgebende kleinzellige mehrschichtige Epithel absetzte.

Die eine Form ist im Zusammenhange mit Allantois und Amnios oben (Fig. 7) schon abgebildet worden; es fand sich daselbst ein abgeplatteter Sack, entsprechend der Querebene des Thieres gestreckt, den man auch einen Schlauch nennen könnte. Derselbe besass eine äussere Oeffnung, die weder in der Mitte der äusseren Seite, noch dem distalen Dottersackpole gegenüber, sondern nahe an dem rechten Ende des Schlauches lag. Das linke Ende streckte sich weit gegen den Rücken des Thieres hinauf, so dass es hier mit dem Amnios in Verbindung trat. Die nebenstehende Figur giebt in elffacher Vergrösserung einen Längsschnitt dieses Sackes, von dem jedoch an der oberen, bzw. linken Seite des Thieres (der rechten

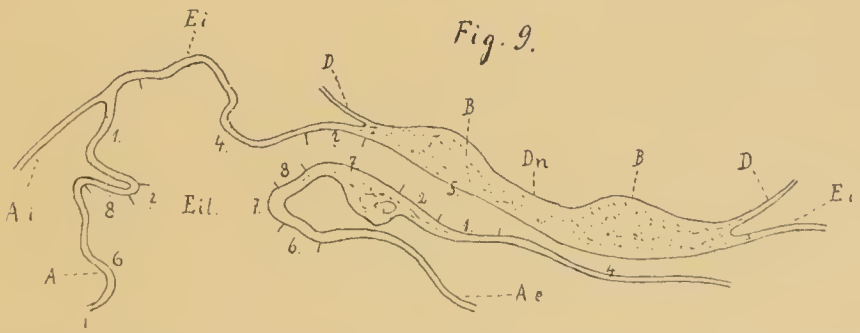


Fig. 9.

Seite der Figur) der dritte Theil fehlt. In dieser Figur bedeutet A. und A. e die Allantois, bezw. das äussere Blatt derselben, in Verbindung mit der serösen Hülle bezw. der Wand des Eiweisssackes; Ei. die seröse Hülle, bezw. Wand des Eiweisssackes, soweit sie allantoisfrei ist; Eil. das Loch des Eiweisssackes. Es ist ferner Ai = inneres Blatt der Allantois, D = bindegewebige Wand des Dotter-

sackes, Dn = Dottersacknabel, B = Bindegewebsring. Die Zahlen beziehen sich auf das Epithel und werden weiterhin (S. 276) ihre Erklärung finden; an den Stellen, wo Fragezeichen stehen, war das Epithel zerstört, oder der Charakter desselben undeutlich.

Fig. 10.

Die zweite extreme Form, die des „Eiweissfeldes", wird durch die Fig. 10 dargestellt. In dieser sieht man ein neunzehntägiges Hühnchen in seiner natürlichen Lage nebst Dottersack und Eiweissorgan; die Allantois ist hart am Rande des Eiweissfeldes abgeschnitten. Es ist hier F = linker Fuss, L = linke Lidspalte, D = Dottersack, Ei = Eiweissfeld, Dl = Dottersackloch. In diesem Falle ist nämlich die bindegewebige Wand des Dottersackes nicht abgeschlossen, sondern es ist hier eine feine Oeffnung vorhanden, durch welche der Dottersack mit dem Eiweissorgan communicirt. Das Eiweissfeld ist länglich und ragt mit seinem oberen oder linken Ende auf das Amnios hinauf. Von diesem Präparate wurden Schnitte rechtwinklig zur Längsachse des Eiweissfeldes gemacht, wovon die

Fig. 11.

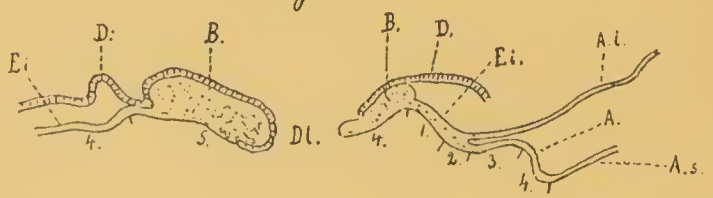
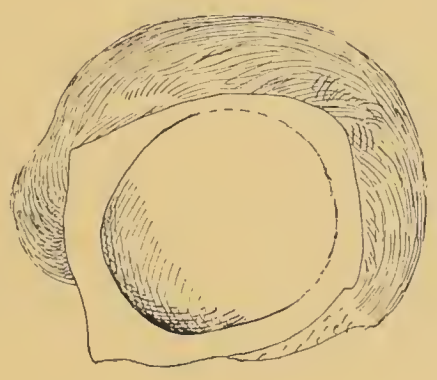


Fig. 11 ein Bild giebt bei elffacher Vergrösserung; das Eiweissfeld ist jedoch nur nach rechts hin bis zu seinem Rande gezeichnet, links fehlt ein Stück desselben. In dieser Figur ist A = Allantois in Verbindung mit dem Eiweissorgan, As = Allantois in Verbindung mit

der serösen Hülle, Ai = inneres Blatt des Allantois; Ei = Wand des Eiweissorganes, frei von Allantois; D = Dottersack, Dl = Dottersackloch, B = Bindegewebsring. Die Zahlen werden weiter unten erklärt werden.

Zwischen beiden Formen steht nun eine dritte, von der eine weitere Abbildung eine Vorstellung geben soll, einem Huhne vom zwanzigsten Tage entnommen. Bei ihr bemerkt man gleichfalls ein flaches Feld, dieses von erheblicher Grösse und kreisförmig begrenzt; geht man aber in diesem Felde nach unten bezw. nach der rechten Seite des Thieres und zugleich etwas nach vorn, so kommt man in eine an den distalen Dottersackpol sich anschliessende Grube, welche von einer scharf geknickten, an beiden Enden flach auslaufenden Falte von rechts und vorn her zugedeckt wird. Die ganze Bildung mag man, um sie durch etwas Bekannteres deutlich zu machen, der Fovea ovalis des Oberschenkels mit der Plica falciformis vergleichen. Die gleiche Bildung fand ich noch ein zweites Mal, jedoch hier das Feld kleiner, die Grube dagegen geräumiger und den Eingang in dieselbe enger.

Fig. 12.



Endlich sei auch eine Form hier vorgeführt, welche sich von einfachen Verhältnissen weiter entfernt; und um eine Orientirung zu ermöglichen, sei das von den Eihäuten befreite, jedoch in seiner natürlichen Lage belassene Hühnchen zunächst vorgeführt in Fig. 13. In dieser ist Sch = Scheitel, A = Afteröffnung, D = Dottersack, l. v. = linker Flügel, r. h. = rechter Fuss, l. h. = linker Fuss, l h' = linker Oberschenkel; a ist der Punkt a der Fig. 8. Es ist dies einer der beiden Fälle, bei denen der Rücken gegen den stumpfen Pol und der Scheitel gegen den spitzen Pol gewendet war; das Ei wurde am zwanzigsten Brüttage geöffnet, das Hühnchen war abgestorben, jedoch der Dottersack schon grösstentheils in die Leibes-

höhle aufgenommen, die Entwicklung des zwanzigsten Tages also erreicht. Die Fig. 14 zeigt nun dasselbe Ei nach Entfernung der Schale und Schalenhaut, jedoch mit Erhaltung sämmtlicher fötaler Anhänge. Das Eiweiss war in ziemlicher Menge vorhanden und hatte die Gestalt eines flachen Kuchens; dieser reichte mit seinem einen Rande bis an die (sehr grosse) Luftkammer und lag im Uebrigen der Längswand des Eies und nicht dem spitzen Pole an. In der Fig. 14 ist zu besserer Orientirung diejenige Querebene des Hühnchens, welche zugleich durch den distalen Dottersackpol geht, durch zwei Pfeile bezeichnet. An der Stelle des Dottersackpoles selbst bemerkt man einen Punkt; die umgebende Linie A. bezeichnet den

Fig. 13.

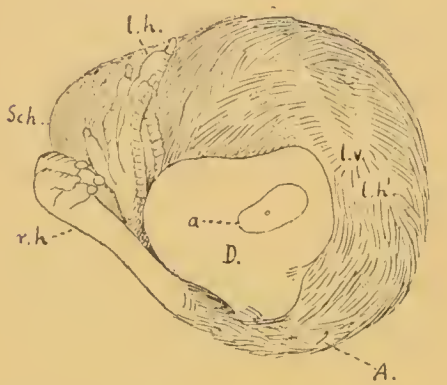
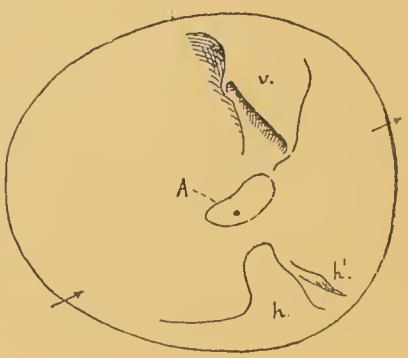


Fig. 14.



Rand eines flachen „Polfeldes", vielleicht die Grenze, bis zu welcher die Allantois vorgedrungen ist. (Eine mikroskopische Untersuchung wurde nicht gemacht). Das Eiweissorgan nun wird in diesem Falle gebildet durch ein „Eiweissfeld", an dessen Rande sich jedoch drei unregelmässig gestaltete Lappen erheben. Der eine derselben (v), welcher vor der Querebene liegt, hat die Gestalt einer kapuzenförmigen Tasche, in welche ein Theil des Eiweisses hineinreichte. Hier bildet das äussere Blatt der Allantois nicht nur die Falte, sondern es bekleidet auch den Grund der Tasche; unterhalb derselben ist es mit dem inneren Blatte durch ein Dissepiment verbunden, worin möglicher Weise eine Ursache für die so eigenthümliche Bildung zu suchen ist. Hinter der Querebene trifft man zwei weitere Erhebungen; die grössere derselben (h) schiebt sich in Gestalt eines zipfelförmig gestalteten Lappens zwischen Schalenhaut und Eiweiss vor, die kleinere (h') hat die Gestalt einer niedrigen Leiste, welche in das Eiweiss hineinragt.

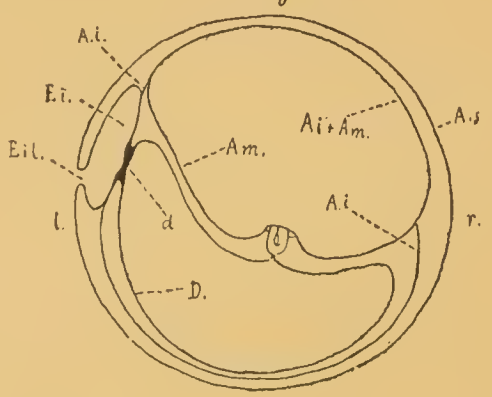
Ich habe meine Ergebnisse über die topographischen Verhältnisse des Eiweisssackes sowie der fötalen Anhänge überhaupt, ge-

wonnen, indem ich entweder die Eier frisch in Kochsalzlösung präparirte, oder dieselben nach Entfernung der Eischale und theilweise auch der Schalenhaut in Alcohol härtete und dann weiter zerlegte. Wer solche Untersuchungen macht, wird, gleich mir und anderen, finden, dass man erst eine gewisse Menge von Material zerstört, bevor man sich in den verwickelten Verhältnissen zurechtzufinden und den geeigneten Gang der Untersuchung einzuhalten lernt. Wie ich schon sagte, verschliesse ich mich nicht der Erwägung, dass möglicherweise beim Brüten unter natürlichen Bedingungen die Verhältnisse des Eiweissorganes beim Huhne regelmässiger und typischer sind, als ich sie gefunden habe. Trotzdem habe ich absichtlich die im Vorhergehenden geschilderten Varianten aufgeführt, weil deutlicher im Wechsel das Bleibende, in der Variation das Constante hervortritt. Ueberraschend bleibt es mir immerhin, dass Duval nicht nur auf seiner letzten Figur, sondern schon auf der vorhergehenden den Eiweisssack völlig geschlossen zeichnet, während doch, wie oben gesagt, anscheinend noch der dritte Theil der Entwicklung fehlt. Ich habe auch aus dieser Zeit, d. h. vom vierzehnten Tage, vom Huhn einen Befund erhoben (s. Fig. 18), welcher den Eiweisssack weit offen zeigte. Es kann also daran gedacht werden, dass in der Ausbildung des Eiweissorganes die kleinen Vögel bedeutend vom Huhne abweichen, oder dass Duval die Verhältnisse nicht ganz richtig erkannt hat, wie das ja bei Schnitten durch ganze Eier leicht vorkommen kann. Man denke sich z. B., dass auf meiner Figur 7 die Schnitte nicht, wie es von mir geschah (s. Fig. 9), in Längsrichtung, sondern in Querrichtung angelegt wurden, so würde ein Schnitt, welcher den distalen Pol des Dottersackes trifft, nicht durch das Loch des Eiweisssackes gehen; der Eiweisssack würde auf einem solchen Schnitte geschlossen erscheinen, während er es in der That nicht ist. Ich will nicht gerade behaupten, dass ein derartiger Irrthum bei Duval vorliegt, aber möglich ist es immerhin. Indem ich nun aber im Vorhergehenden und im Folgenden in mehreren Punkten von Duval abweiche, fühle ich mich bewogen, ausdrücklich zu erklären, dass ich nicht versuchen will, die Duval'schen Mittheilungen zu verdunkeln: Duval ist es, der das Eiweissorgan entdeckt und in seiner Bedeutung erkannt hat, und was wir noch hinzufügen können, sind nichts weiter als Ergänzungen und Erläuterungen, die einen secundären Werth besitzen.

Zum Schlusse dieser Auseinandersetzungen gebe ich ein Schema, welches die Lage und die Form des Eiweisssackes in den letzten Brüttagen zur Anschauung bringt, sowie sich dieselben nach meinen Befunden, namentlich von dem sechzehntägigen Hühnchen, darstellen. In diesem Schema ist Am = Amnios, D = Dottersack, d = distales

Polfeld des Dottersackes. A s = äusseres Blatt der Allantois + seröse Hülle, A i = inneres Blatt der Allantois, Ai + Am = inneres Blatt der Allantois + Amnios, Ei = Eiweisssack, Eil = Loch des Eiweisssackes; l bedeutet links, r rechts. Eine weitere Erläuterung ist nach dem Vorausgegangenen nicht nöthig.

Fig. 15.



Die vorausgehende Schilderung der Lage und Gestalt des Eiweissorganes mag durch zwei Bemerkungen ihren Abschluss finden, welche die Beziehungen desselben zu den Nachbarorganen, zu Dottersack und Allantois, betreffen.

Beziehung zum Dottersack. — Das Eiweissorgan hängt, seiner Entwicklung gemäss, mit dem distalen Pole des Dottersackes zusammen; hier muss uns der Bindegewebsring sowie das Ectoderm und Entoderm (bzw. der Dotterentoblast) interessiren. Ueber den Bindegewebsring wird weiter unten (p. 278) in einem besonderen Absatze gesprochen werden; über das Verhalten des Ectoderms und Entoderms sei aus der Litteratur Folgendes bemerkt; in einer früheren Periode, in welcher der Bindegewebsring noch weiter offen steht, als es in der oben gegebenen Fig. 5 der Fall ist, ist nach Duval (6. p. 233) ein Stück Dotter, bekleidet von Ectoderm und mit Dotterkernen durchsetzt, bruchsackartig in den Eiweisssack vorgestülpt: „Nabelsack des Dottersackes“ (sac de l'ombilic ombilical). Ich habe selbst über diese Ausstülpung keine Erfahrungen, doch sind ähnliche Beobachtungen im hiesigen Laboratorium durch Herrn Fülleborn gemacht. Die älteren, ebenso bestimmt gehaltenen und auch durch Abbildungen belegten Ansichten von Rauber (21.) über die Verwachsung des Ectoderms sowie die des Entoderms am distalen Dottersackpole lassen sich mit den Mittheilungen von Duval nicht vereinigen, so dass in dieser Hinsicht noch eine Unklarheit bleibt. Ich halte, wie ich schon oben sagte, diesen eigenthümlichen, von Duval geschilderten Bruchsack, die Vorstülpung von Dottermasse

in den Eiweisssack hinein, selbst wenn er constant vorkommen sollte, für eine Unregelmässigkeit, aber mit Rücksicht auf gewisse von mir bei den Endstadien der Entwicklung gemachte Befunde für beachtenswerth. Während ich nämlich einerseits bei dem Huhne von sechzehn Tagen, dem die Figuren 7 u. 9 entsprechen, den distalen Dottersackpol vollständig geschlossen fand, so war bei dem Huhn von neunzehn Tagen, von welchem die Figuren 10 u. 11 gewonnen sind, in dem Bindegewebsringe noch ein Loch („Dottersackloch") von 0,6 mm Weite vorhanden, an dessen einer Seite das Dottersackepithel, und an dessen anderer Seite das Epithel des Eiweissorganes weiter herumgriff. Auch habe ich mehrfach Dotter aussen von dem distalen Dottersackpole im Eiweiss gefunden. Es scheint mir sonach zum mindesten wahrscheinlich, dass das Dottersackloch sich öfters in einer verzögerten Weise schliesst. Ohnedas würde eine Beobachtung gar nicht verständlich sein, auf welche ich weiter unten noch zurückkomme (s. Fig. 20), bei welcher in dem Nabel eines Hühnchens vom ersten bis zweiten Tage nach dem Ausschlüpfen eine Durchbohrung vorhanden war, welche einerseits nach innen in den Dottersack, andrerseits nach aussen in das „innere Nabelfeld" hineinführte. Es kommen also meiner Meinung nach in dem Verschlusse des Dottersackes und damit auch des Eiweissorganes Unregelmässigkeiten vor, die eine tiefere Bedeutung nicht besitzen, die man jedoch kennen muss, um den einzelnen Fall richtig zu verstehen.

Beziehung zur Allantois. — Diese Frage ist weit wichtiger, und hier wird vielleicht eine Abänderung der Anschauungen von Duval nöthig werden. Auf der Fig. 652 des Duval'schen Atlas ist eine Falte der Allantois angegeben, welcher der mit A'i bezeichneten Falte meiner Fig. 5 entspricht, die „innere Randfalte der Allantois", wie ich sie nenne. Sie strebt dem „Dottersackpol des Eiweisssackes" ebenso zu, wie die äussere Randfalte" (A'e) dem „Schalenpol des Eiweisssackes". Bei fortgesetztem Wachsthum ist zu erwarten, dass die innere Randfalte den Dottersackpol erreichen wird. Duval hat diese innere Falte wohl erwähnt, ihr jedoch weniger Beachtung zugewendet, wie der äusseren Falte, da ihm letztere von Bedeutung war für den Verschluss des Eiweisssackes. Mir erging es umgekehrt: die äussere Falte konnte mir nicht so wichtig erscheinen, da, wie früher ausgeführt, bei meinen Präparaten nie ein vollkommener Verschluss des Eiweissloches, sondern eine grosse Variation in der Gestalt des Eiweissorganes getroffen wurde; die innere Falte dagegen beschäftigte mich wegen des Mechanismus, dem der Dottersack seine Aufnahme in die Leibeshöhle verdankt. Mit Rücksicht auf diesen ist es von Bedeutung, zu wissen, wo die Grenze zwischen innerem und äusserem Blatte der Allantois liegt, d. h. ob das zwischen innerer und

äusserer Falte gelegene Stück der Allantois zum inneren oder äusseren Blatte zu rechnen sei. Duval erblickt in dem Scheitel der äusseren Falte den eigentlichen Rand der Allantois, es ist aber auch möglich, ihn in dem Scheitel der inneren Falte zu sehen, was insofern jedesfalls natürlicher wäre, als ja das äussere Blatt mit der serösen Hülle verwachsen ist, und die Wand des Eiweisssackes nichts Anderes ist als ein Stück der serösen Hülle. Duval giebt ferner an, dass dieser Theil der Allantois reicher vascularisirt sei, als es dem inneren Blatte sonst zukomme, und auch das würde dafür sprechen, das fragliche Stück dem äusseren Blatte hinzuzurechnen. Eine sichere Entscheidung könnte jedoch nur durch Feststellung der geweblichen Merkmale geliefert werden, und in dieser Hinsicht müsste das Verhalten der Muscularis allantoidis entscheidend sein. Ich habe in dieser Richtung keine abschliessende Erfahrung, aber es scheint mir, dass die Muscularis in dem zwischen den beiden Falten gelegenen Stücke fehlt, dass wir also dieses zum äusseren Blatte rechnen und den eigentlichen Allantoisrand, die Grenze zwischen äusserem und innerem Blatte, in den Scheitel der inneren Falte setzen müssen.

Soweit Allantois und Eiweissorgan an einander anliegen, ist das Bindegewebe beider verschmolzen und in späteren Stadien nicht die geringste Spur von Trennung zu erkennen. Am Scheitel der inneren Falte läuft das Allantoisbindegewebe zugespitzt auf den Eiweisssack aus. Bei diesem Sachverhalt kann man nun wohl daran denken, dass das Gewebe der Allantois, also auch die Muskelschicht, vom Scheitel der inneren Falte auf die Wand des Eiweisssackes weiterwächst und den Bindegewebsring früher erreicht, bevor die Allantoishöhle sich bis dorthin ausdehnt; ja es ist sogar möglich, dass die Allantoishöhle überhaupt nicht völlig bis an den Bindegewebsring kommt, dass aber die Muscularis allantoidis bis dorthin vordringt. Das Letztere würde für die Frage des Mechanismus der Dottersackaufnahme von Bedeutung sein; jedoch brauchen wir es nicht nothwendig anzunehmen, um diesen Mechanismus zu verstehen.

3. Epithel des Eiweissorganes. — Duval bezeichnet als die charakteristische Eigenthümlichkeit des Eiweisssackes zottenartige Bildungen (6. p. 230), deren Achse von einem bindegewebigen Zapfen gebildet werde, der reich an feinen Kapillaren sei; und deren Oberfläche von runden oder polyedrischen Epithelzellen gebildet werde. Nach den Abbildungen finden sich die letzteren in zwei- bis fünffacher Lage. Anfänglich treten diese zottenartigen Bildungen in der Gegend des Mesoderm-Wulstes auf (S. 228), später verbreiten sie sich über die ganze Innenfläche mit Ausnahme des von dem Mesoderm-Wulste distal gelegenen Abschnittes, dessen Ectoderm Schritt

für Schritt mit der Verengerung des Bindegewebsringes zu Grunde geht.

Meine eigenen Erfahrungen stehen damit nicht in allen Punkten in Uebereinstimmung. Es stehen mir brauchbare Präparate von sieben Eiweissorganen des Huhnes zur Verfügung, von denen zwei dem XII., zwei dem XIII., je eines dem XIV., XVI., XIX. Tage angehören. Bei diesen finde ich an den Präparaten des XII. und XIII. Tages die zottenartigen Bildungen auch hauptsächlich am Bindegewebsringe entwickelt, also so, wie es Duval auf Fig. 14 abbildet; dagegen in den späteren Tagen finde ich entsprechende Bildungen mehr proximal, am XVI. Tage sogar in der Nähe des Einganges in das Eiweissorgan und am XIX. Tage zwischen diesem und dem Bindegewebsringe, jedoch dem Eingange näher. Vor allem aber finde ich diese Formation in den späteren Tagen weniger entwickelt als am zwölften und dreizehnten Tage. Wenn ich also auf Grund dieser Erfahrungen einen Schluss machen wollte, so müsste ich sagen, dass die zottenartigen Bildungen mit der Entwicklung nicht zu-, sondern abnehmen, und dass in ihnen nicht das charakteristische Merkmal des Eiweissorganes gesucht werden kann. Ich halte jedoch, wie ich schon oben sagte, die im Kasten gebrüteten Eier, welche mir allein zur Verfügung standen, nicht für ganz einwandfrei; und ich würde demgemäss auch die Mittheilungen von Duval als maassgebend angenommen und von meinen eigenen Erfahrungen gänzlich geschwiegen haben, wenn ich nicht meinerseits an dem Epithel gewisse charakteristische Merkmale gefunden hätte, welche mir der Erwähnung werth zu sein scheinen. Nach meinen Erfahrungen ist das Epithel des Eiweisssackes zweischichtig und wird gebildet in typischer Weise durch eine obere Lage cylindrischer und eine untere Lage platter Zellen. Die Figur 4 auf Taf. X möchte ich dieser Betrachtung zu Grunde legen. Die oberen Zellen, d. h. diejenigen, welche dem Hohlraum zugewendet sind, springen mit mehr oder weniger gerundeten Kuppen gegen den Eiweisssack vor; die Kerne sind kuglig oder ellipsoidisch und liegen in der Mitte oder in der Kuppe der Zelle. Indessen findet man die Gestalt dieser Zellen in weiten Grenzen variabel; nicht nur sind dieselben bald höher, bald niedriger cylindrisch, sondern sie entfernen sich auch weit von dieser Grundform. Einerseits können sie sich so sehr verlängern, dass man sie als fadenförmig, und indem sie sich an ihren freien Enden verbreitern, als keulenförmig bezeichnen muss, andererseits können sie so niedrig werden, dass sie den Namen von kubischen, ja von platten Zellen verdienen. Ausser dieser Variation der Höhe giebt es auch eine solche des Aussehens, während nämlich die gewöhnliche Form ein protoplasmatisches Aussehen zeigt, können

die Zellen auf manchen Strecken ein blasiges Aussehen annehmen. Hieraus ergeben sich acht verschiedene Varianten: 1. niedrig cylindrisches, 2. hoch cylindrisches, 3. fadenförmiges und zottenbildendes Epithel, 4. kubisches, 5. plattes, 6. kleinblasiges, 7. grossblasiges, 8. sehr hohes blasiges Epithel. Auf den Figuren, welche ich vom Eiweissorgan entworfen habe, sind Zahlen angebracht, und diese bezeichnen die eben aufgeführten Modificationen des Epithels. Zwei dieser Figuren, eine dem sechszehnten Tage (Fig. 9) und eine dem neunzehnten Tage (Fig. 11) entsprechend, sind schon mitgetheilt;

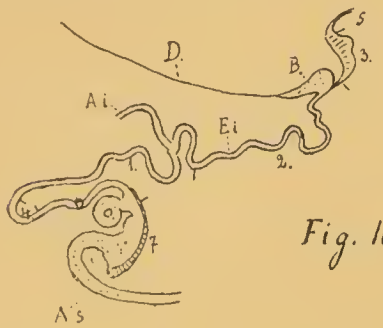


Fig. 16.

Fig. 17.

zwei weitere, dem zwölften und dreizehnten Tage entsprechend, mögen hier bei elffacher Vergrösserung folgen. Die beiden letzteren geben nur diejenigen Stücke des Eiweissorganes wieder, welche an den Bindegewebsring angrenzen. Es gelten für dieselben die gleichen Zeichenerklärungen, wie für Figur 9.

Die tiefere Lage, die der platten Zellen, ändert gleichfalls etwas ab; zwar bleiben diese Zellen immer niedrig, so dass ihre Höhe höchstens die Hälfte ihrer Breite beträgt, aber nach der anderen Seite hin können sie so stark variiren, dass sie völlig flach werden, so dass es schwer wird, sie auf dem Schnitt von spindelförmigen Bindegewebszellen zu unterscheiden. Ich vermag nicht nachzuweisen, ob diese untere Zellenlage überall vorhanden ist, jedenfalls ist sie es aber so überwiegend, dass ich sie für typisch halten muss. An diesen Zellen der unteren Lage fand ich nun noch an der mit 4 bezeichneten Stelle der Fig. 17 (13. Tag) eine beachtenswerthe Erscheinung, welche ich in gleicher Deutlichkeit an anderen Präparaten nicht wieder gesehen habe, nämlich fadenförmige Fortsätze, mit denen diese Zellen in's Bindegewebe hineingreifen. Die Zellen erheben sich in ihrer Mitte zu kegelförmigen Vorsprüngen; diese Kegel laufen in Spitzen aus, und diese in Fäden, welche rechtwinklig zur Wand in die Tiefe gehen. Sie scheinen die ganze, hier nicht dicke parietale Seitenplatte zu durchsetzen, und vielleicht stehen sie mit Ausläufern der Endothelzellen, welche die Innenwand der parietalen Seitenplatte bekleiden, in Verbindung (s. Fig. 5 Taf. X).

Verschiedene Varianten des geschilderten zweischichtigen Epithels findet man auf den Figuren 4 bis 9 der Taf. X abgebildet.

Die Epithelzellen des Eiweisssackes zeichnen sich, abgesehen von der blasigen Modifikation, durch ein eigenthümlich homogenes protoplasmatisches Aussehen vor anderen Zellen aus, und sie nehmen in Carmin eine verhältnissmässig starke Färbung an. Oft findet man aber in ihnen runde blasse Vacuolen (Duval spricht von körnigen Kugeln), und diese Vacuolen liegen unterhalb des Kernes; besonders charakteristisch ist in dieser Hinsicht Fig. 6 der Taf. X wo die ganzen unteren Theile der Zellen unterhalb der Kerne blass sind, so dass ausser den Kuppen nur ein schmaler, leicht körniger Mantel die Carminfärbung festgehalten hat.

Es muss nun sehr auffallen, dass Duval weder von der unteren Lage platter Zellen noch von den fadenförmig verlängerten und am Ende keulenförmig angeschwollenen Zellen etwas erwähnt; es ist unmöglich, anzunehmen, dass die so charakteristischen, von mir gefundenen Formationen etwa durch eine abnorme Bildung bedingt sein sollten, und ebensowenig, dass dieselben bei den von Duval untersuchten Vögeln fehlen sollten. Es kann daher der Verdacht entstehen, dass die von Duval beschriebenen Präparate nicht die genügende Deutlichkeit besassen, und dass er an Schiefschnitten untersuchte, wie sie ja bei Durchschnitten durch ganze Eier so leicht entstehen können, und welche ihn veranlassten, an Stelle von hohen cylindrischen und fadenförmigen Zellen ein geschichtetes Epithel rundlicher Zellen zu finden. Es kommen in dieser Hinsicht die Figuren 25, 26, 28, 29 und 31 von Duval in Betracht, aber diese Figuren sind so schematisch gehalten, dass sie der Kritik keine Anhaltspunkte zu bieten vermögen. Ich kann nur auf Grund meiner eigenen Präparate sagen, dass es mir sehr leicht geworden ist, mich von der Anwesenheit langgestreckter Epithelzellen zu überzeugen, dagegen unmöglich, die Anwesenheit einer gefässhaltigen bindegewebigen Achse in den Zellen mit Sicherheit anzunehmen oder auszuschliessen.

Noch gegen eine Ausdrucksweise möchte ich Einspruch erheben, nämlich dagegen, dass Duval die in Fig. 28 und 31 abgebildeten Stadien als in Rückbildung begriffene bezeichnet. Es hat hier allerdings der Inhalt des Eiweisssackes abgenommen, aber in der Beschreibung von Duval finden sich keine Anhaltspunkte, von einer Atrophie des Eiweisssackes selbst zu sprechen, und ich habe gleichfalls in den von mir untersuchten Fällen Nichts von einer solchen bemerkt. Ich muss daher annehmen, dass das Eiweissorgan sich bis zum Schlusse der Entwicklung funktionsfähig erhält und dann das Schicksal der Allantois und des Amnios theilt, d. h. dass es beim

Ausschlüpfen zerrissen wird und nun z. Th. in der Eischale zurückgehalten wird, z. Th. am Nabel hängen bleibt und vertrocknet.

4. Der Bindegewebsring. — Der Bindegewebsring, welcher auf meiner schematischen Fig. 5 mit B. bezeichnet ist, entspricht dem „Mesoderm-Wulst" von Duval. Die Entstehung desselben ist einfach und leicht verständlich und von Duval genau geschildert. Ich will daher nur für diejenigen Leser, welche mit der Arbeit von Duval nicht bekannt sind, kurz das Wesentliche hervorheben. Man weiss, dass die parietale und viscerale Seitenplatte, während sie im Uebrigen durch das Cölom von einander getrennt sind, an ihrem Rande verbunden bleiben, das Mesoderm mithin mit ungespaltenem Rande weiterwächst. In früheren Schemata liess man jedoch nach vollendeter Umwachsung die Spaltung zu einer vollständigen werden, so dass dann die parietale von der visceralen Seitenplatte, oder anders ausgedrückt, dass die seröse Hülle vom Dottersack vollkommen geschieden war. Das entspricht jedoch nicht der Wahrheit: am distalen Pole findet niemals eine Trennung der beiden Seitenplatten statt. Vielmehr verdickt sich der Mesodermrand schon zu der Zeit, wo etwa die Hälfte des Dotters umwachsen ist, und diese Verdickung nimmt mit der Umwachsung zu. Der so entstandene ringförmige Wulst verengt sich immer mehr, und das durch ihn gebildete „Dottersackloch" schliesst sich endlich völlig. Dass meinen Beobachtungen nach bei diesem Verschluss Verzögerungen auftreten können, habe ich schon angeführt (s. p. 273).

Das Gewebe des Bindegewebsringes ist ein eigenthümlich dichtes Gewebe, welches reich ist an kurzen spindelförmigen Zellen. Duval vergleicht es mit Recht dem Narbengewebe. Obwohl die Fig. 22 von Duval, welche dasselbe wiedergiebt, sehr schematisch gehalten ist, so ist doch keine Veranlassung, genauer auf die Formation einzugehen; nur sei bemerkt, dass die Zellen in denjenigen Theilen des Ringes am dichtesten sind, welche den inneren (distalen) Rand bilden, und welche dem Epithel des Eiweisssackes anliegen.

Die Bedeutung des Bindegewebsringes findet Duval darin (6. p. 224), dass durch die einer Narbenschrumpfung vergleichbare Verengerung desselben der Dottersack zum Verschlusse gebracht werde; wobei schliesslich die ganze Area vitellina zu Grunde gehe unter Vorstülpung derselben in den früher erwähnten (p. 272) Dottersacknabelsack. Wenn wir diese Anschauung annehmen wollen, so haben wir in dem Vorgange der Umhüllung des Dotters zwei Stadien zu unterscheiden: erstens die Umwachsung und zweitens den endgültigen Verschluss durch Verengerung des Ringes. In Wahrheit halte ich es für sehr schwierig, diese beiden Vorgänge gegen einander abzu-

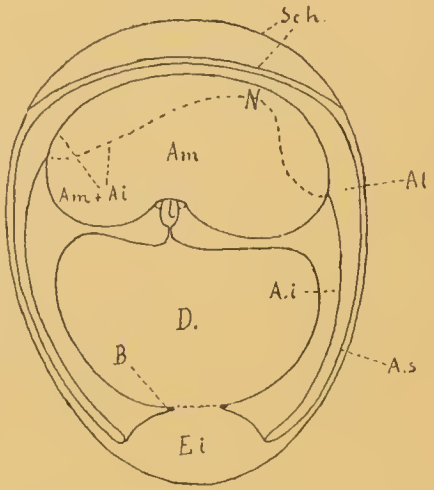
grenzen; ich halte es bis jetzt für wahrscheinlich, dass auch zu einer Zeit, in welcher der Wulst schon deutlich entwickelt ist, sich doch das Mesoderm noch in den proximal davon gelegenen Abschnitten durch Flächenwachsthum weiterschiebt, und dass zum mindesten grosse Abschnitte der Area vitellina für den Gefässbezirk gewonnen werden. Man kann sich daher auch wundern, da doch die Umwachsung sich von Anfang an so wirksam zeigt und in so rapider Weise vor sich geht, warum nicht die Umhüllung des Dotters bis zum Schlusse durch Umwachsung allein soll zu Stande kommen, warum ein neues Moment, das der narbigen Schrumpfung, in Anwendung gelangen soll. Wenn ich daher der Duval'schen Auffassung von der Bedeutung des Bindegewebsringes auch nicht entgegentreten will, so glaube ich doch, dass die Entstehung eines eigenthümlichen, derben, narbigen Gewebes im Mesodermrande, für sich betrachtet, nicht recht begreiflich ist, sondern dass sie mit anderen Thatsachen und Betrachtungen in Zusammenhang gebracht werden muss. Ich glaube, dass erstens der im Verschlusse des Bindegewebsringes sich kundgebende Vernarbungsvorgang nur der Anfang von Processen ist, die wir im Dottersacke und im Körpernabel weiter wirken sehen, und dass zweitens der Bindegewebsring eine Stütze abgiebt, damit die „Nabelhaut" ihre Wirksamkeit entfalten kann.

5. Die Nabelhaut. — Wenn man ein Ei eröffnet, kurz bevor das Hühnchen zum Auskriechen reif ist, so findet man den Dottersack eingeschlossen von einer stark gespannten Haut von sehr bestimmten Merkmalen. Diese Haut ist vollkommen durchsichtig und lässt die dunkelgelbe Farbe des Dottersackes ungeschmälert durchscheinen, so dass man im ersten Augenblicke glaubt, den Dottersack selbst vor sich zu haben. Schneidet man jedoch die Haut auf, so tritt der Dottersack aus der Wunde hervor und sinkt schwerfällig zu Boden; die Haut selbst dagegen zieht sich stark zusammen, so dass sie nur noch einen kleinen Raum einnimmt. Es ist genau dasselbe, als ob man einen trächtigen Uterus anschneidet, und sich nun die muskulöse Wand von dem schlaffen in ihr gelegenen Sacke zurückzieht. Die geschilderte Wahrnehmung lässt vermuthen, dass wir es mit einer muskulösen Haut zu thun haben, welcher in hohem Maasse die Fähigkeit und Neigung der Zusammenziehung innewohnt. Und so ist es auch; der wichtigste Bestandtheil dieser Haut ist eine zusammenhängende Lage glatter Muskelzellen. Ich gehe auf eine genauere Schilderung nicht ein, sondern bemerke nur, dass wir im Wesentlichen zwei sich rechtwinklig kreuzende Systeme vor uns haben, von denen aber jedes wieder durch zwei spitzwinklig sich kreuzende Richtungen ersetzt werden kann.

Was bedeutet diese Haut? Woher stammt sie, was wird aus ihr, was leistet sie?

Ich gehe zurück auf das Ei vom vierzehnten Tage und lege der Besprechung desselben die nebenstehende Fig. 18 zu Grunde. In derselben ist D = Dottersack, Ei = Eiweissorgan, A l = Allantoishöhle, A. s = äusseres Blatt der Allantois + seröse Hülle, A. i = inneres Blatt der Allantois, Am + A. i = Amnios + inneres Blatt der Allantois, N = Nackengegend, B = Bindegewebsring,

Fig. 18.



Sch = Schale + Schalenhaut. Die Figur entspricht nicht in allen Punkten den natürlichen Proportionen, jedoch sind die Verhältnisse genauer berücksichtigt, auf welche es in unserem Zusammenhange ankommt. Erstens ist das Eiweissorgan genau beobachtet; es betrug die Weite des „Dottersackloches", d. h. der von dem Bindegewebsringe umschlossenen Lücke 8 mm; die freie Wand des Eiweisssackes macht in der Entfernung vom Bindegewebsringe bis zur Allantoisfalte 5–6 mm. Zweitens ist die Ausdehnung der Verwachsung von Amnios und innerem Blatte der Allantois genau eingehalten. Dies liess sich nicht anders darstellen, als indem das (den Embryo verhüllende) Amnios in der Figur körperlich vorgestellt wurde, so dass man die punktirte Linie, welche die Grenze der Verwachsung angiebt, auf der Seite des Amnios sehen kann; alle übrigen Theile dagegen, Dottersack, Allantois, Eiweisssack, sind durchschnitten zu denken.

Ueber die Verwachsung von Amnios und innerem Blatte der Allantois ist nun Folgendes zu bemerken: dieselbe ist nicht so ausgedehnt, wie die Aneinanderlagerung beider Häute; sie findet sich über dem Rücken des Thieres und entspricht, genauer betrachtet,

dem Rücken, Nacken und Scheitel desselben, stellt also ein längliches, in der Nackengegend eingezogenes Feld dar.

Das innere Blatt der Allantois in seinem freien Theile stellte sich an diesem Präparate als ein dünnes, vollkommen durchsichtiges Häutchen dar, welches sich nach dem Einschneiden mit grosser Intensität zusammenzog, das Amnios lag dem Embryo fast unmittelbar an, so dass nur die zwischen den Körpertheilen vorhandenen Ausbuchtungen überbrückt wurden.

Verfolgen wir nun die Entwicklung weiter bis zu der in Fig. 6 und 7 dargestellten Stufe des sechszehnten Tages, so ist mit der Grössenzunahme des Huhnes auch das Amnios gewachsen und hat sich weiter gegen den distalen Pol des Dottersackes vorgeschoben; entsprechend hat sich auch die Verwachsung zwischen Amnios und innerem Blatte der Allantois ausgedehnt; es ist jedoch immer noch ein sehr erheblicher Theil des Dottersackes ausser Berührung mit dem Amnios. Dieses Verhältniss ändert sich auch nicht sehr wesentlich bis zum neunzehnten Tage. Die Amnioshöhle dringt also bis zum distalen Pole des Dottersackes endgültig erst dann vor, wenn bereits ein beträchtlicher Theil des Dottersackes in die Leibeshöhle aufgenommen ist. Da dies bis zum zwanzigsten Tage geschieht, so erhellt, dass sich zwischen dem neunzehnten und zwanzigsten Tage eine bedeutende Aenderung der topographischen Verhältnisse vollzieht, und dass gerade hier für das Studium ein ausgiebiges Material erforderlich ist. Leider habe ich dieses nicht erlangen können, obwohl ich die Untersuchung in drei verschiedenen Jahren wieder aufnahm; von den im Kasten gebrüteten Hühnern blieb nur ein Theil bis zum zwanzigsten Tage am Leben, und von diesen standen manche noch auf der Stufe des neunzehnten Tages, andere waren in der Entwicklung schon zu weit fortgeschritten. Ich kann mir daher das Bild nur vermuthungsweise ergänzen, und zwar in folgender Weise. Das Amnios verwächst immer weiter mit dem inneren Blatte der Allantois und schiebt sich dadurch immer weiter gegen den distalen Pol des Dottersackes vor. Dadurch, dass gleichzeitig bereits Theile des Dottersackes in die Leibeshöhle eintreten, wird der Weg, den das Amnios bis zum distalen Dottersackpole zurückzulegen hat, verringert. Uebrigens ist an der linken Seite des Embryo das Amnios schon früher, schon vom sechzehnten Tage an (s. Fig. 15) bis unmittelbar an den Pol herangerückt. Durch die geschilderte Verbindung mit dem inneren Blatte der Allantois gewinnt das Amnios Beziehungen zu dem Bindegewebsringe und kann, wenn es bis zum distalen Pole vorgedrungen ist, an diesem angreifen. Ist das Amnios so weit entwickelt, so kann man auch an ihm in gewisser Weise von einem äusseren und inneren Blatte sprechen und als äusseres

Blatt den mit der Allantois verwachsenen Theil bezeichnen. Der letztere steht einerseits im Leibesnabel mit der Bauchhaut in Verbindung, andererseits endigt er an dem Bindegewebsringe. Natürlich sind diese beiden „Blätter“ nicht geweblich verschieden, sondern nur topographisch, sowie in ihren Leistungen und endlich in ihren Schicksalen; topographisch insofern, als das äussere Blatt mit der Allantois verbunden ist, das innere dagegen die „Nabelhaut“ bildet: in ihren Leistungen insofern, als die Nabelhaut in den letzten Stadien allein die Aufnahme des Dottersackes besorgt, wie sich durch die Zugrichtung leicht anschaulich machen lässt; in ihren Schicksalen insofern, als das äussere Blatt beim Verlassen des Eies abreisst und zurückbleibt, das innere dagegen oder die Nabelhaut zu einem Bestandtheile des Körpernabels wird.

Es ist damit auch die oben gestellte Frage nach der Bedeutung der Nabelhaut beantwortet und damit gleichzeitig der Mechanismus nachgewiesen, durch den der Dottersack aufgenommen wird. Der Dottersack wird nicht in die Bauchhöhle hineingezogen durch einen an seinem proximalen Pole angreifenden Einfluss, sondern er wird hineingedrückt durch eine ihn umschliessende und an seinem distalen Pole anpackende Gewalt; er wird vermittelst der Nabelhaut in die Bauchhöhle hineingeboren, wird unter Mühen durch den Bauchnabel hindurchgezwängt.

Man wird jetzt auch die Wichtigkeit der Verbindung zwischen Amnios und innerem Blatte der Allantois begreifen: anfänglich vermag das Amnios nur dadurch, dass das innere Blatt der Allantois den Zug auf den Bindegewebsring überträgt, auf diesen zu wirken, und erst zuletzt, nachdem schon ein Theil der Arbeit gethan ist, genügt die Nabelhaut allein, um den Rest des Dottersackes hinein zu befördern.

In der Litteratur finde ich diese Verhältnisse nicht besprochen; selbst Baer lässt in den Angaben über die vier letzten Tage der Bebrütung diejenige Klarheit und Anschaulichkeit vermissen, welche im Uebrigen die Lectüre seiner Angaben über die fötalen Anhänge so genussreich macht. Man lese seine Bemerkungen auf p. 135 und 137 und man wird immerhin finden, dass Baer die Nabelhaut gekannt hat.

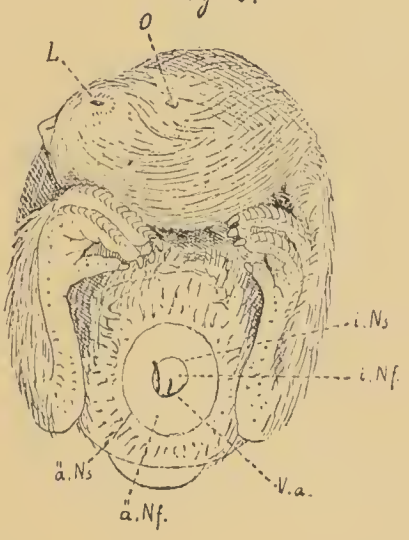
Ueber das Endschicksal dieser Haut kann nach meiner Meinung ein Zweifel nicht bestehen. Dieselbe verkleinert sich gleichzeitig mit dem Durchtritt des Dottersackes durch den Bauchnabel und zwar so rapide, dass eben dadurch bei Baer der Irrthum entstehen konnte, sie („die äussere Hülle des Dottersackes“) werde abgeworfen. Sie wird thatsächlich nicht abgeworfen, sondern wird zu einem Bestandtheile des Körpernabels, in welchem sie das „äussere Nabelfeld“

bildet. Eine so rapide Verkleinerung einer Haut ist allerdings überraschend, aber nicht ohne Beispiel; wir können ihr vielmehr die des Uterus an die Seite setzen.

6. Der Körpernabel. — Der Nabel des Huhnes ist eine zusammengesetzte Bildung; es gehen in ihn ein die Nabelhaut, der Bindegewebsring, der Allantoisrest, der Rest des Eiweisssackes, und ausserdem ist der Dottersack mit ihm verbunden. Der Rest der Allantois und des Eiweisssackes wird bald abgestossen, indem der Nabel „sich reinigt", der Bindegewebsring und die Nabelhaut verkleinern sich mit erstaunlicher Schnelligkeit, der Dottersack aber bleibt, so lange er überhaupt besteht, mit dem Nabel in Verbindung.

Betrachten wir zunächst den Nabel eines Huhnes, welches zum Ausschlüpfen reif ist. Es ist dasselbe Hühnchen von unten, welches

Fig. 19.



in Fig. 3 von der Seite abgebildet ist. In der Figur ist i. Ns = innerer Nabelsaum, ä. Ns = äusserer Nabelsaum, i. Nf = inneres Nabelfeld, ä. N f = äusseres Nabelfeld, V. a = Allantoisgefässe, L = rechte Lidspalte, O = rechte Ohröffnung. Wir bemerken innerhalb der befiederten Bauchhaut ein elliptisch begrenztes Feld, in sagittaler Richtung 16 mm, in querer Richtung 11 mm messend, dazu kommt ein 2 mm breiter Uebergangssaum, welcher die Verbindung mit der Bauchhaut vermittelt, d. h. er ist von der gleichen Beschaffenheit wie das Nabelfeld, jedoch nicht in der gleichen Weise gewulstet. Das letztere hat nämlich eine starke Wölbung (s. Fig. 4); aber diese beschränkt sich auf einen äusseren ringförmigen Abschnitt („äusseres Nabelfeld"), welcher ein rundliches „inneres Nabelfeld" umschliesst.

An der Grenze beider im „inneren Nabelsaum“ treten die Allantois-gefässe aus. Betrachtet man den Nabel von der Hautseite, so zeigt sich das äussere Nabelfeld regelmässig gestaltet, durch eine feine radiäre Runzelung ausgezeichnet; das innere ist von unregelmässiger Oberfläche, von einer anhaftenden, in Alcohol weisslich werdenden Masse, Resten von Eiweiss, bedeckt. Bei der Betrachtung von der Bauchfellseite zeigt sich das äussere Feld glatt und frei, von Bauchfell überzogen, das innere dagegen ist mit dem distalen Pole des Dottersackes untrennbar verbunden. An dieser Stelle fand ich bei allen untersuchten Thieren, bis zum siebenten Tage nach dem Ausschlüpfen, ein kleines Säckchen von weisslicher Farbe und undeutlichem Inhalt, aber sehr fest; vielleicht einen Theil des Eiweisssackes darstellend, der bei der Nabelbildung mit nach innen gezogen wurde.

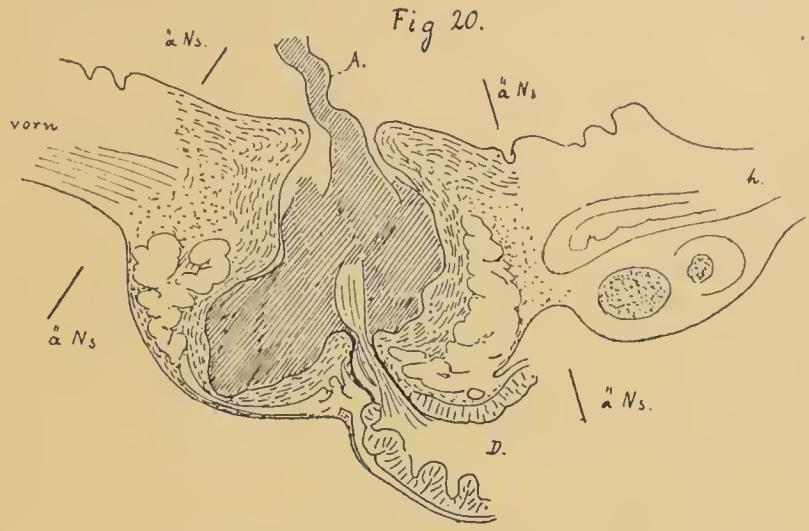
Von den schnellen Veränderungen des Nabels mögen folgende Angaben einen Begriff geben.

12 Stunden nach dem Ausschlüpfen. — Das Nabelfeld ist unbehaart, von mattgelber Farbe. Es ist ein flachgewölbter Ring, der ein feines Grübchen („Nabelgrube“) umschliesst. Das Grübchen ist scharf eingesenkt, so dass es den Eindruck eines Loches macht. Auf der Innenseite sitzt dem Nabel ein weisser Knoten (Eiweisssack-Rest?) an. Der Dottersack stösst an den Nabel unmittelbar an. Diese Verbindung hat die Weite von 1 mm.

36 Stunden nach dem Ausschlüpfen. — Das Nabelfeld hat ein schlaffes Aussehen, ist schmutzig dunkel-olivenfarben. Die Nabelgrube ist scharf eingebohrt; aus ihr ragt ein trockener Zapfen hervor. Ein solcher Nabel sei hier nach einem sagittalen Schnitte bei elffacher Vergrösserung vorgelegt und geschildert. Die vier mit ä Ns bezeichneten Striche bezeichnen die Grenze des Nabelfeldes (äusserer Nabelsaum) gegen die Bauchhaut. Die Nabelgrube zeigt einen engen Eingang und einen weiten Grund und wird vollkommen von dem Allantoisreste ausgefüllt. Der Eingang in die Grube entspricht nicht etwa dem inneren Nabelsaume der Fig. 19, sondern dieser ist in den Grund der Grube hineingerückt, und seine Lage ist hier nicht mehr sicher zu bestimmen. Die „Nabelhaut“ aber, welche auf Fig. 12 das „äussere Nabelfeld“ bildete, hat sich eingerollt und begrenzt nun ihrerseits den Eingang in die Grube. Mit dem Boden der Grube steht auf der anderen Seite der Dottersack (D) in unmittelbarer Verbindung; ja es führt sogar noch ein Kanal („Nabelloch“) aus dem Dottersack bis in den Allantois-Rest hinein. In diesem Kanale bemerkt man eine zum Theil homogene, zum Theil streifige Masse (Eiweiss?), welche durch Eosin einen sehr starken Farbenton angenommen hat. Der Allantoisrest zeigt noch Reste von

Gefässen, er färbt sich im Ganzen stark und ist reich an Leucocyten mit Kernzerfall; vor allem findet sich dort, wo er sich gegen den

Fig 20.



Grund der Nabelgrube absetzt, an diesem Präparate und noch mehr an einem anderen Präparate des ersten Tages eine Zone, die mit Rundzellen stark infiltrirt ist (Demarkationszone). In der Wand der Nabelgrube lassen sich zwei verschiedene Gewebsbestandtheile unterscheiden; an der Bauchfellseite sieht man ein ausserordentlich dichtes, feinfasriges Gewebe, welches eine unregelmässig gestaltete Platte bildet; an der Hautseite dagegen und ebenso an dem Eingange der Grube ein faseriges Gewebe, welches reich ist an stäbchenförmigen Kernen. Es ist zu vermuthen, dass in letzterem die Muskelschicht der Nabelhaut enthalten ist, doch ist der Charakter der Muskelzellen nicht mehr deutlich erkennbar. Woher das dichte Narbengewebe der peritonealen Seite stammt, ist nicht ganz deutlich, es ist jedoch beachtenswerth, dass sich dasselbe nicht nur bis an das Nabelloch heran fortsetzt, sondern auch ohne Unterbrechung in ein ebenso gestaltetes Gewebe übergeht, welches man in der Wand des Dottersackes antrifft. Hierauf bezog sich eine frühere Aeusserung (S. 278), dass der im Bindegewebsringe zuerst sichtbare Vernarbungs-Vorgang auf den Nabel und auf den Dottersack übergreife. Endlich wurden auf diesem Präparate auch die concentrischen Körper wiedergefunden, von denen ich früher (S. 249) gesprochen habe, und zwar nicht nur im Dottersacke, sondern auch in der Wand des Nabelloches und in der in den Allantoisrest hineinragenden homogenen Masse. Ob sie an diese Stellen durch Austritt aus dem Dottersacke gelangt, oder ob sie in loco gebildet seïen, muss unentschieden bleiben.

3 Tage nach dem Ausschlüpfen. — Die Nabelhaut ist schlaff,

schmutzig gelblich bis graubraun. Das Nabelfeld hat die Gestalt einer kleinen sagittal gestellten Ellipse, welche nach vorn und hinten in eine Linie (Naht) ausläuft; es misst ohne diese Verlängerungen 5,5 mm, mit denselben 11,5 mm. Die Nabelgrube ist scharf, in ihr ein trockener Zapfen, der Allantoisrest. Das Nabelfeld ist mit dem Dottersacke innig verbunden, und an der Stelle der Verbindung liegt ein weisslicher Vorsprung mit gelblichen Einschlüssen.

Am vierten Tage. — Der Nabel hat äusserlich die gleiche Beschaffenheit.

Am sechsten Tage. — Der Nabel hat sich noch mehr in eine sagittal gestellte Naht umgewandelt, und es ist nur noch ein kleines Nabelfeld vorhanden. Dieses ist von einer hohen Lage trockener, in Abschuppung begriffener Epidermis bedeckt. Indem diese abgehoben wird, folgt zugleich eine feste ziemlich trockene Masse, und es bleibt ein Grübchen zurück. Es ist dasselbe, als wenn man einen etwas tiefgehenden Schorf von der Haut abhebt.

Von diesem Nabel giebt Fig. 21 ein Bild auf Grund eines elffach vergrösserten Querschnittes. Man sieht, wenn man diese Figur

Fig. 21.

mit der vorausgehenden vergleicht, eine bedeutende Veränderung: die Nabelgrube hat sich verkleinert; nicht nur hat sie sich verflacht, indem ihr Grund sich gehoben hat, sondern ihre Ränder haben sich aneinandergelegt. Der Boden der Grube wird von einer Platte gebildet, in welcher wir drei Lagen unterscheiden. Die mittlere Lage besteht aus einem dichten fibrillären Bindegewebe, welches an spindelförmigen Kernen reich ist; von dort nach aussen folgt eine schmale noch dichter faserige und intensiver sich färbende Schicht, und an der Innenseite liegt eine mehr lockere, an Blutgefässen reiche Schicht.

Am siebenten Tage fand ich die Verhältnisse noch ebenso wie am sechsten; doch traf ich bei einem viertägigen Hühnchen einer anderen Brut den Nabel nur noch durch eine sagittale Spalte dargestellt, deren Länge sich nicht mehr genau feststellen liess.

Wir können diesen Vorgang durchaus einer Vernarbung vergleichen: die ursprünglich tiefe Grube reinigt sich und kommt z. Th. durch Abflachung des Grundes zum Verschluss; damit verschwindet zugleich die Vorwölbung, welche der Nabel in den ersten Tagen gegen die Bauchhöhle hin bildete. In kurzer Zeit ist in der befiederten Bauchhaut keine Spur mehr aufzufinden, und nichts lässt darauf

schliessen, dass eine so bedeutende und wichtige Bildung wie die Nabelhaut an dem Aufbau des Nabels betheiligt gewesen war.

7. Der vitello-amniotische Faden. — Ausser dem Zusammenhange der übrigen Fragen mache ich eine Mittheilung über einen eigenthümlichen Faden, der vom proximalen Pole des Dottersackes zum Amnios zieht. Er liegt in der sagittalen Ebene und zwar vor dem Dottergange. Ich beschreibe ihn vom Hühnchen von 16 Tagen. Er ist hier 18 mm lang, sehr fein aber fest und heftet sich am Dottersacke 2 mm vor dem Dottergange, am Amnios 20 mm vor dem Nabel an. Er besteht gänzlich aus längsverlaufenden schmalen Spindeln, anscheinend glatten Muskelzellen, welche am Amnios zwischen die glatten Muskelzellen dieser Haut ausstrahlen; in der Achse läuft ein feines Gefäss.

Ich fand diesen Faden auch am siebzehnten und neunzehnten Tage. Bei einem Hühnchen des siebzehnten Tages war er 12 mm lang und befestigte sich am Dottersack dicht am Dottergange, am Amnios 6 mm vor dem Bauchnabel.

Ueber die Bedeutung dieses Fadens kann ich nichts aussagen, auch nicht, ob derselbe mit dem Ligamentum vitello-intestinale Panders (20. S. 26) gleichbedeutend ist.

Eine Ausstülpung des Dottersackes sei hier gleichfalls erwähnt. Ich fand dieselbe bei einem Huhne von siebzehn Tagen. Die Ausstülpung hatte die Gestalt eines Trichters, der von den Seiten her plattgedrückt war und grössere Ausdehnung in sagittaler Richtung besass. Dieser verschmälerte sich zu einem Gange, der von der Mitte der Ausstülpung an gleich weit blieb und sich so blind an das Amnios ansetzte. Die Stelle der Ausstülpung lag am Dottersacke 9 mm vor der Anheftung des Dotterganges, die Stelle der Anheftung am Amnios 9,5 mm vor dem Leibesnabel; die Länge betrug 9 mm, die Weite des Trichtereinganges in sagittaler Richtung 4 mm, die Weite des Ganges in seinem Endabschnitte 0,5 mm. Die ganze Ausstülpung war mit Dotter erfüllt.

8. Rückbildung des Dottersackes. — Diese Aufgabe besteht in drei Theilen: es ist der noch vorhandene freie Dotter, der in den Zellen enthaltene Dotter und endlich der Dottersack selbst zu resorbiren. Da, wie oben bemerkt wurde, der Dottersack des Hühnchens, welches das Ei verlässt, noch einen grossen Umfang besitzt, so ist die Aufgabe bedeutend und sie wird erstaunlich schnell vollbracht. Das lässt sich am besten durch Zahlen anschaulich machen. Ich gebe die letzteren in Form einer kleinen Tabelle, in welche sechs Hühner einer Brut aufgenommen sind, sämmtlich kräftige, gut befiederte Thierchen, von der Henne ausgebrütet.

	Ges.-Gew.	Gew. d. Ds.	Gew. d. Leber.
12 Stunden alt	37,2 g	5,34 g	1,15 g.
36 „ „	35,33 „	3,34 „	1,21 „
3 Tage „	33,75 „	2,50 „	1,25 „
3—4 „ „	36,93 „	0,60 „	1,62 „
6—7 „ „	39,54 „	0,43 „	1,80 „
5—6 „ „	43,66 „	0,05 „	1,82 „

Ich habe das fünf bis sechs Tage alte Hühnchen hinter das sechs bis sieben Tage alte gesetzt, weil es sich in allen Beziehungen weiter entwickelt zeigte; derartige individuelle Verschiedenheiten können ja nicht Wunder nehmen; von Interesse ist aber, dass das ältere Hühnchen nicht bloss nach Körpergewicht oder Dottersackgewicht oder Leber sondern nach allen drei Beziehungen und ebenso nach der Ausbildung des Dotterganges vor das jüngere gehörte.

Die Gewichtsabnahme in den ersten drei Tagen rührt wahrscheinlich daher, dass die Thiere, wie ich den Angaben einer Geflügelzüchterin entnehme, in den ersten drei Tagen wenig zu fressen pflegen, während sie doch durch Muskelthätigkeit und Athmung an Gewicht verlieren. Möglich ist es aber auch, dass hier individuelle Verschiedenheiten vorlagen; ein sicherer Nachweis würde natürlich nur geliefert werden können, wenn das gleiche Thier an aufeinanderfolgenden Tagen gewogen würde. Bei einer Ente, die am Ausschlüpfen war, fand ich das Gesammtgewicht 46 g., das Gewicht des Dottersackes 6 g. und das der Leber 1.1 g.

Wie lange sich noch Reste des Dottersackes beim Huhne überhaupt nachweisen lassen, habe ich nicht verfolgt; auch mag es wohl wie bei allen in Rückbildung begriffenen Organen verschieden sein. Jedesfalls aber kann man sagen, dass schon nach ganz wenigen Tagen der Dottersack des Huhnes als ein irgend wie bedeutsames Organ aufgehört hat zu existiren.

Auffallend ist es dem gegenüber, dass bei straussartigen Vögeln der Dottersack zeitlebens fortbestehen soll, wie Sieboldt und Stannius (25 p. 302) berichten.

Der Vorgang der Rückbildung ist ein eigenthümlicher, und ich glaube nach den Beobachtungen, die ich darüber gemacht habe, dass dabei die schon erwähnte „narbige Schrumpfung“ die eigentlich treibende Kraft darstellt, dass also dem Bindegewebe eine active Rolle zufällt. Wir müssten also das Bindegewebe des Dottersackes zuvor genauer kennen lernen. Schon am vierten und sechsten Tage findet man in dem Bindegewebe des Dottersackes eigenthümliche, verästelte, z. Th. ungeheuer grosse Zellen. In den letzten Tagen ist an ihre Stelle eine gleichfalls sehr eigenartige Zellenform getreten:

ziemlich grosse Platten, deren Ränder ausgezackt und in Fäden fortgesetzt sind. Am ersten Tage nach dem Ausschlüpfen bemerkt man davon nichts mehr, sondern das Bindegewebe des Dottersackes ist sehr dicht geworden und hat einen faserigen Charakter angenommen. Zugleich hat sich die bindegewebige Wand verdickt, und in dieser Wand bemerkt man nun drei Schichten, eine äussere kernreiche, eine mittlere überaus dichte und feinfaserige oder auch undeutlich faserige kernarme Schicht, welche auf Schnitten wie ein hin- und hergebogenes Band erscheint, und eine innere kernreiche Schicht, welche in das Stroma der Blätter unmittelbar übergeht. Die Gefässe der Wand liegen hauptsächlich in dieser inneren Lage. Die Streifung der mittleren Lage ist senkrecht zur Wand gerichtet.

Die charakteristischen Anhänge der Wand, welche früher (p. 254) als Blätter oder Gitter beschrieben wurden, sind bis zum sechsten Tage zu erkennen; in der bindegewebigen Achse ihrer einzelnen Balken verlaufen Gefässe und ein einschichtiges Epithel überzieht sie. Die Epithelzellen selbst, obwohl in ihren Eigenschaften etwas verändert, haben doch noch ihre specifischen Merkmale bewahrt. Allmählich ergreift jedoch der Verdichtungsprocess auch das Bindegewebe der Blätter, und wie mir scheint wird zuletzt das Epithel durch das Bindegewebe erstickt.

Einige Angaben hierüber mögen folgen.

3 bis 4 Tage. — In den Blättern ist im Allgemeinen das Bindegewebe noch spärlich, doch dringt das narbige Gewebe z. Th. breiter in die Basen derselben vor.

5 bis 6 Tage. — Das Bindegewebe in den Balken ist dichter und relativ kernreicher.

6 bis 7 Tage. — Anstatt der schlanken Balken des reifen Dottersackes unterscheidet man dicke Zapfen oder Kolben, von dichtem faserigem Bindegewebe (Narbengewebe) gebildet. Innerhalb derselben findet man zahlreiche und weite Gefässe, theils mit farbigen Blutzellen, theils mit Leucocyten strotzend gefüllt. Auch ausserhalb der Balken trifft man vielfach ein bindegewebiges Netz, welches rundliche blasige Räume einschliesst. Es sieht so aus, als sei das Bindegewebe zwischen die einzelnen Epithelzellen gewuchert und habe diese umschlossen. Leucocyten trifft man frei im Bindegewebe, besonders reichlich in den unteren Partien der Balken; dort, wo sich letztere an die Wand ansetzen, in Form einer so reichen Infiltration, dass das Bild einer Demarkationszone entsteht. Auch im Innern von Epithelzellen sowie in den freien Resten des Dotters kommen Leucocyten vor.

Auch bei einem Huhn einer anderen Brut, welches mir als viertägig übergeben wurde, welches aber eine verhältnissmässig weite

Entwicklung zeigte, waren ähnliche Erscheinungen zu beobachten. Die Wand war ausserordentlich dick im Vergleich mit der Weite des Innenraumes, ihr dicht faseriges Gewebe schloss in den inneren Theilen blasige Bildungen ein, welche Reste umwachsener Epithelzellen zu sein schienen. Das Lumen war im Uebrigen noch von blasigen Zellen ausgekleidet, welche sich jedoch schon von dem ursprünglichen Typus weit entfernt hatten.

Es ist dies zugleich der einzige Fall, in welchem ich den Dottersack gegen den Dottergang abgeschlossen fand und zwar durch eine ziemlich dicke Platte von fibrösem Bindegewebe. Genau genommen darf ich vielleicht nicht einmal sagen, dass in diesem Falle der Dottersack gegen den Dottergang abgeschlossen gewesen sei, denn die Form der Zellen in dem distalen Abschnitt des „Dotterganges" liess darauf schliessen, dass man noch ein Stück Dottersack vor sich habe, dass also eine Verwachsung innerhalb des letzteren entstanden sei.

Ob dieser Verdichtungsprocess des Dottersackbindegewebes von einer Seite ausgeht oder in der ganzen Wand gleichmässig Platz greift, kann ich nicht entscheiden. Ich will aber doch bemerken, dass man in den ersten Tagen nach dem Ausschlüpfen den Dottersack an seinem distalen Pole so zu sagen „zusammengerafft" findet, wie man einen Beutel durch einen Faden zusammenraffen kann. Es macht mir in der That den Eindruck, als wenn von hier der Process ausginge, womit er sich dann anreihte an den Vernarbungsvorgang, den wir am Bindegewebsringe und am Nabel thätig sehen.

9. Leber. — Ich habe in die oben (p. 288) gegebene Tabelle die Leber mit aufgenommen, einmal, weil sie als das grösste Eingeweide des jungen Thieres am bequemsten zum Vergleiche herangezogen werden kann, dann aber und vor allem, weil sie in offenkundigen Beziehungen zum Dottersacke steht, indem sie vorübergehend zu einem Stapelplatze des Dotterfettes benutzt wird. Darauf deutet mit Sicherheit ihr Aussehen, nämlich ihre schwefelgelbe oder postwagengelbe Farbe; ein Gelb, welches ebenso satt als rein ist. Ich habe darüber Folgendes verzeichnet: Bei einem Huhn, welches zum Ausschlüpfen reif war, — rein gelb; 12 Stunden und 36 Stunden später — orange; am dritten Tage — grauliche Beimischung zum reinen Gelb; am vierten — helleres Gelb mit leicht grauer Beimischung; am fünften und sechsten — mit grauröthlicher Beimischung. Man kann schon aus diesen Befunden schliessen, dass die Leber anfänglich so sehr mit Fett beladen ist, dass die Blutfarbe gar keinen Einfluss auf die Gesammtfärbung gewinnt, während mit der Abnahme des Dottersackes sich das Verhältniss schon zu ändern beginnt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des frisch zerzupften Organes bemerkt man ausschliesslich Fetttropfen, diese fast alle gleichgross und von hohem Lichtbrechungsvermögen; neben ihnen blasse Kerne, aber keine Zellenstruktur. Schnitte machte ich von Lebern eines reifen, eines 4tägigen, eines 5 bis 6tägigen Huhnes und einer reifen Ente. Die Leberzellen sind ziemlich klein, eckig begrenzt. Die Protoplasmanetze sind verhältnissmässig grobmaschig bei den beiden jüngeren Thieren, bei der Ente sind die Maschen gleich gross, so dass ein zierliches Bild entsteht; bei dem Huhn ungleicher. Bei dem Huhn von 5–6 Tagen sind die Maschen so eng, dass die Zellen mehr körnig und ziemlich dunkel erscheinen, bei dem Huhn von vier Tagen sind deutliche Protoplasmafäden nicht vorhanden, sondern mehr eine weiche flockige Zeichnung, welche dicht die Randtheile der Zellen erfüllt, während im Innern der Zellen hellere Räume erscheinen. Die Kerne stehen bei dem Huhne von 5–6 Tagen grossentheils im Centrum der Zellen, bei den drei anderen sind sie excentrisch und zwar den Gefässseiten anliegend.

10. Verbindung des Dottersackes mit dem Nabel. — Diese Verbindung, die weiter oben (p. 284) schon erwähnt wurde, erhält sich stets; unter allen von mir untersuchten Thieren habe ich nicht ein einziges gefunden, bei dem sie gefehlt hätte. Ich muss daher den entgegenstehenden Schemata unserer Lehrbücher jede Berechtigung absprechen. Die Verbindung kann die Form eines dünneren Stieles annehmen, wie ich z. B. bei dem oben erwähnten, angeblich viertägigen, aber verhältnissmässig weit entwickelten Thier zwischen distalem Dottersackpol und Nabel einen 2,5 mm langen Faden, bei einer zum Ausschlüpfen reifen Ente einen 1 mm langen Stiel fand, der am Nabel mit einem kleinen Knopfe begann. In der Mehrzahl der Fälle ist jedoch ein Stiel nicht vorhanden, sondern der Dottersack ist mit dem Nabel unmittelbar verbunden, in einer Breite von 1 mm oder mehr.

11. Der Dottergang. — Drei Fragen sind es, die mich veranlassen, aus dem Zusammenhange meiner Arbeit heraus dem Dottergange Aufmerksamkeit zu schenken. Erstens muss genauer, als bisher bekannt war, festgestellt werden, ob nicht durch den Dottergang, ähnlich wie es bei Selachiern (19. p. 107 u. 109) zu geschehen scheint, da hier im Dottergange flimmerndes Epithel vorhanden ist, Dotter in den Darm befördert wird, um dort durch das Epithel aufgenommen zu werden, wenigstens zu einer gewissen Zeit und in einem gewissen Umfange. Zweitens muss untersucht werden, ob sich in dem Bau des Dotterganges Anhaltspunkte dafür finden, dass

der Dottergang, wie man gewöhnlich behauptet, den Dottersack in die Bauchhöhle hineinziehe. Dazu kommt aber die dritte Frage, die morphologische, ob der Dottergang, zwischen Dottersack und Darm eingeschaltet, eine Mittelstellung zwischen beiden einnehme, oder ob er einem von beiden hinzuzurechnen sei.

Ich habe keine Untersuchung der ganzen Entwicklung des Dotterganges vorgenommen, aber ich habe doch einige Bemerkungen gemacht, welche ein ausreichendes Licht auf diese Fragen werfen. Die Figuren 10—15 meiner Tafel X u. XI geben Abbildungen des Dotterganges aus verschiedenen Stadien, und da alle diese Figuren bei gleicher Vergrösserung gezeichnet sind, so ergiebt schon ein einziger Blick Aufschluss über die relativen Dimensionen.

Man muss die Entwicklung des Dotterganges in zwei Perioden theilen. Die erste derselben endigt mit der Aufnahme des Dottersackes in die Bauchhöhle. Bis zu diesem Zeitpunkte ist der Dottergang sehr dünn; die Dottersackgefässe, welche durch Mesenterien mit ihm verbunden sind, nehmen auf dem Durchschnitt einen grösseren Raum ein, als er. Auch seine Länge ist während dieser Zeit unbedeutend und dabei wechselnd, wie die folgende kleine Tabelle zeigt:

14	Tage . . .	2,75	mm lang
16	„ . . .	4	„ „
17	„ . . .	1,5	„ „
19	„ . . .	1	„ „

Die zweite Periode beginnt nach dem Ausschlüpfen des Thieres; ich verwende hier wieder die sechs Hühnchen einer Brut, von denen schon oben die Rede war.

12	Stunden . . .	3	mm lang
36	„ . . .	5	„ „
3	Tage	6	„ „
3—4	„	6	„ „
5—6	„	10	„ „
6—7	„	8	„ „

Diese Zahlen enthüllen die überraschende Thatsache, dass der Dottergang mit der Verkleinerung des Dottersackes an Länge nicht ab- sondern zunimmt. Diese Zunahme hält wenigstens bis zum sechsten Tage an; ja wenn wir auch hier das sechs bis sieben Tage alte Hühnchen vor das fünf bis sechs Tage alte setzen wollten, was sich ja aus dem oben angeführten (p. 288) Grunde rechtfertigen liesse, so würden wir zu dem Ergebniss kommen, dass die Steigerung bis zum Schluss der Reihe fortgeht. Ich bedauere daher sehr, dass meine Untersuchung nicht weiter geführt ist, damit man sehen könnte, was aus dem Dottergange schliesslich wird. Diese Verlängerung wird keineswegs durch eine Abnahme in der Dicke ausge-

glichen, sondern die Dicke, welche am ersten Tage 0,75 mm beträgt, wächst am zweiten Tage auf 1 mm und bleibt auf dieser Höhe bis zum siebenten Tage.

Einen einleuchtenden Grund für diese Zunahme habe ich nicht auffinden können.

Die steigende Entwicklung macht sich sowohl in der Wand wie im Lumen bemerkbar. Schon am vierzehnten Tage ist in der Wand rings um das Lumen ein Längsfaserzug bemerkbar, anscheinend aus glatten Muskelzellen gebildet. Dieser nimmt an Dichtigkeit und Stärke zu, so dass er nicht mehr wie im Anfange aus getrennten Bündeln besteht, sondern eine geschlossene Lage darstellt. Noch mehr aber fällt die Zunahme in der Menge und Dichtigkeit des Bindegewebes auf, welches z. Th. eine circuläre Anordnung annimmt. Die Schleimhaut legt sich in Längsfalten, und es bilden sich sogar Recessus aus, die zwar nicht als Drüsen bezeichnet werden können, jedoch eine gewisse äusserliche Aehnlichkeit mit einfachen schlauchförmigen Drüsen haben.

Die Verbindung mit dem Darmlumen habe ich in allen Fällen erhalten gefunden, ja es bildet sich die Stelle der Einmündung in sehr charakteristischer Weise um, indem sie in Form einer Papille in den Darm vorspringt, wie Fig. 15 der Taf. XI zeigt. Diese Papille ist nur von einfachem Darmepithel bekleidet, und es fehlen auf ihr die Zellen bezw. Leisten, sowie die Lieberkühn'schen Krypten.

Die Verbindung mit dem Dottersack habe ich gleichfalls, mit Ausnahme des einen oben erwähnten (p. 290) Falles, stets offen gefunden.

Die Epithelzellen, welche den Dottergang auskleiden, werden in allen Fällen in einschichtiger Lage getroffen, und man kann im Allgemeinen dieses Epithel als eine Zwischenstufe zwischen dem Darmepithel und dem Dottersackepithel bezeichnen. Genauer gesagt fand ich die Epithelzellen in der Mitte des Dotterganges am neunzehnten Tage kubisch, gegen das Lumen leicht gewölbt, gegen einander scharf abgegrenzt; am ersten Tage nach dem Ausschlüpfen niedrig cylindrisch; am fünften bis sechsten Tage schmal und hoch, an der Stromaseite zugespitzt und an der freien Seite vielleicht durch einen Cuticularsaum, jedenfalls aber durch eine sehr scharfe dunkle Grenzlinie ausgezeichnet. In dem letzteren Stadium lagen die Kerne in der Mitte der Zellen, und der der Lichtung zugewendete Theil der Zellen hatte durch Carminfärbung einen röthlichen Farbenton angenommen.

An dem Ostium intestinale des Dotterganges sowie in dem proximalen Abschnitte des letzteren hat das Epithel genau die Merk-

male des Darmepithels; am ersten Tage, wo an den Zellen des letzteren der Cuticularsaum und sogar die Stäbchenstructur sehr deutlich ist, findet man hohe schmale Zellen mit Cuticularsaum auch bereits im Anfangstheile des Dotterganges. Der Uebergang dieser Zellen in die niedrigeren Zellen des Mitteltheiles vollzog sich an einem Präparat vom vierten Tage nicht durch gleichmässiges Kleinerwerden der Zellen, sondern es traten in dem hohen Epithel zunächst Gruppen niedrigerer und dabei breiterer Zellen mit kugligen Kernen auf.

Der Uebergang zu dem Epithel des Dottersackes wird dadurch zu einem noch mehr vermittelten, dass schon im Dottersacke selbst, auf der an das Ostium vitellinum des Dotterganges angrenzenden Region, die Zellen niedriger sind, als es den Epithelzellen des Dottersackes sonst zukommt. Von diesen Zellen vollzieht sich dann der Uebergang zu denen des Dotterganges stellenweise schneller, stellenweise aber auch sehr allmählich; z. B. an dem auf Taf. XI abgebildeten Präparate des neunzehnten Tages folgen auf grosse blasige Zellen, welche nicht entfernt die Höhe der typischen Dottersackepithelzellen haben, in zweiter Linie grosse blasige aber mehr breite als hohe Zellen; sodann noch niedrigere und endlich stark abgeplattete Zellen, die aber immer noch die typischen Merkmale von Dottersackepithelzellen haben, nämlich blasiges Aussehen und bodenständigen Kern. An einem Präparate vom ersten Tage finde ich, anschliessend an die blasigen, gleichmässig gekörnten Zellen des Dottersackes, in dem distalen Abschnitte des Dotterganges cylindrische, jedoch nicht sehr hohe Zellen, welche den Dottersackepithelzellen durch ihre körnige Beschaffenheit, das Fehlen eines Cuticularsaumes und die abgerundeten Kuppen, den Darmepithelzellen dagegen durch die Lage der Kerne in der Mitte der Zellen gleichen und zwischen beiden durch ihre Grösse stehen.

Nach dem, was ich mitgetheilt habe, sind die oben aufgestellten drei Fragen in folgender Weise zu beantworten.

1. In der Wand des Dotterganges ist allerdings ein Längsfaserzug von wahrscheinlich muskulärer Natur vorhanden; der Dottergang ist jedoch bis zum Ende der Brützeit viel zu schwach und vor allem viel zu kurz, um irgend einen nennenswerthen Einfluss auf die Aufnahme des Dottersackes ausüben zu können.

2. Der Dottergang stellt so lange, als noch nennenswerthe Reste von Dotter vorhanden sind, eine offene Verbindung vom Dottersack bis in den Darm dar. Es wäre also danach die Möglichkeit gegeben, dass dauernd Dotter in den Darm gelangte, um hier zur Aufnahme zu kommen. Ich muss jedoch, obwohl diese Verbindung besteht, und obwohl ich gelegentlich in dem distalen Abschnitte des Dotter-

ganges Dotterbestandtheile gefunden habe, in Uebereinstimmung mit Courty (4. p. 29) bestreiten, dass vom Darme aus Dotter resorbirt wird. Denn ich habe weder bei der Untersuchung des frischen (aus Detritus und abgestossenen Plattenepithelzellen bestehenden) Darminhaltes, noch bei der Untersuchung des mit Osmiumsäure behandelten Dünndarmepithels Anzeichen einer solchen Aufnahme gefunden.

3. Der Dottergang bildet morphologisch anfänglich anscheinend ein Zwischenstück zwischen Dottersack und Darm; es enthüllt sich jedoch mit fortschreitender Entwicklung zunehmend die Zugehörigkeit desselben zum Darme.

Das fertige Dottersackepithel und das Epithel in Rückbildung.

Als „fertig" bezeichne ich das Epithel, wenn dasselbe einschichtig geworden ist. Das ist zunächst eine auf das äusserliche Aussehen begründete Abgrenzung, welche sich als praktisch brauchbar empfiehlt. Sie hat aber auch bis zu einem gewissen Grade einen inneren Werth, indem das Epithel mit der Annäherung an diesen einschichtigen Zustand ungefähr dasjenige Nahrungsmaterial aufgearbeitet hat, welches es bei seiner ersten Bildung aufnahm. Das fertige oder einschichtige Epithel kann als die specifische Formation des Gefässbezirkes bezeichnet werden. Auch diese Bezeichnung hat nur einen Näherungswerth; denn einerseits greift zuweilen einschichtiges Epithel auch auf die Innenzone des Dotterhofes über, andrerseits kommt streckenweise innerhalb des Gefässbezirkes geschichtetes Epithel vor. Freilich muss man bei der Feststellung dieser Thatsache die grösste Vorsicht beobachten, und man muss bei der Anfertigung und Beurtheilung von Schnitten aufs Sorgfältigste im Auge behalten, dass durch die früher geschilderten (S. 254 f.) Wülste (Fig. 24, Tafel XII) die Gefahr von Schiefschnitten gegeben ist, welche sehr leicht ein geschichtetes Epithel vortäuschen können, auch wo dasselbe nur einschichtig ist.

Das fertige Dottersackepithel ist nicht das Epithel des „fertigen" Dottersackes, wenn man letztere Definition in dem oben angewendeten Sinne (S. 252) gebraucht; denn der Dottersack ist erst fertig, d. h. im Besitze der ihn charakterisirenden Blätter oder Gitter, in dem letzten Drittel der Brützeit; das Epithel dagegen beginnt einschichtig zu werden schon im Stadium des ausgewachsenen Primitivstreifens oder doch der ersten Urwirbel.

Bei der Beschreibung des einschichtigen Epithels wird man wieder eine Trennung in das Epithel der Area pellucida und das der Area opaca machen, oder in das flache und das hohe Epithel,

Es ist des allerdings, wie ich in den einleitenden Worten bemerkte, keine Trennung principieller Art, keine Scheidung zweier im Wesen verschiedener Zellformen.

Ich muss hier mit Rücksicht auf die Bedenken des Lesers, nicht aus dem Zusammenhange meiner Fragen heraus, eine Bemerkung einschieben, da ich den Unterschied zwischen dem Epithel der Area pellucida und dem der Area opaca so gering anzuschlagen scheine. Von den vielen litterarischen Aeusserungen über diese Frage sei hier nur die ausführliche und durch die topographische Orientirung so wichtige Darstellung von Duval erwähnt (7.). Nach dieser ist beim Huhne die Keimscheibe im ungebrüteten Zustande und noch in den ersten Stunden nachher vom Dotter völlig geschieden, im Dotter aber liegt von der Furchung her eine Anzahl von Kernen (man vergleiche besonders die Fig. 14, 17, 21—24 von Duval); aus der Keimscheibe entwickelt sich dann das Entoderm der Area pellucida, um die Dotterkerne andrerseits sondern sich durch langsam fortschreitende Furchung die „Dotterentoblasszellen", und diese beiden so verschiedenen und ursprünglich getrennten Entoblast-Formationen treten alsdann zu einer Einheit zusammen (man vergl. die Fig. 33 nebst 36, 40 nebst 42, 50 nebst 52, 58 nebst 59, 63 nebst 64 von Duval). Diese Darstellung von Duval hat etwas so Ueberzeugendes, als eine Darstellung von Dingen, die man nicht selbst gesehen hat, nur haben kann. Ich bin nicht durch eigene Präparate hinreichend unterrichtet, um selbst urtheilen zu können. Aber ich kann das auch hier unterlassen, denn für den augenblicklichen Zusammenhang kommt es darauf garnicht an, da ja alle Beobachter darin übereinstimmen, dass die Area pellucida, einmal gebildet, sich später auf Kosten der Area opaca vergrössert, d. h. dass sich Zellen, die erst höher waren, in flache Zellen umwandeln.

Ich kann daher auch nicht einverstanden sein mit einer Citirung meiner Dissertation seitens F. u. P. Sarasin (24. S. 106), wobei meine Angaben zur Stütze der Auffassung gemacht werden, dass eine scharfe Grenze zwischen dem Embryonalkeim und einem von jenen Verfassern behaupteten „Dotterkeim" (Lecithoblasten) bestehe. Um jedoch durch eine ausführliche Erörterung nicht aufzuhalten, die in einem anderen Zusammenhange mehr Werth und Berechtigung haben würde, bemerke ich nur das eine: Indem ich das, was man jetzt als „Entoderm der Area pellucida" bezeichnen würde, „Darmdrüsenblatt" nannte, wie es in dem älteren Sprachgebrauche begründet war, liessen sich F. und P. Sarasin verleiten, zu glauben, dass die Grenze des Darmepithels und des Dottersackepithels mit dem Rande der Area pellucida zusammenfiele. Ich bedauere sehr, zu diesem Irrthume Veranlassung gegeben zu haben, kann aber im

Uebrigen nur an die bekannte Thatsache erinnern, dass die Grenze von Area pellucida und Area opaca auf dem Dottersacke liegt, und dass aus dem flachen Entoderm nicht nur Darmepithel, sondern auch ein Theil Dottersackepithel wird.

In der letzten Brützeit hört, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, die Area pellucida auf, als solche zu bestehen. Das flache Epithel derselben nimmt wieder an Höhe zu, und es vollzieht sich so das Gegentheil von dem, was wir in den ersten Brüttagen bemerken konnten.

An die Schilderung des fertigen Epithels wird sich sodann die des in Rückbildung begriffenen anzuschliessen haben.

1. Das hohe Epithel. — In meiner Dissertation ist auf S. 22 hingewiesen auf die ausserordentliche Grösse dieser Zellen, auf die Eigenthümlichkeiten ihrer Gestalt, die gerundeten Kuppen derselben, die grossen und fussständigen Kerne. Nachdem ich jetzt meine Untersuchungen zeitlich und räumlich ausgedehnt habe, indem ich den Dottersack von den Anfängen seiner Entwicklung bis zum siebenten Tage nach dem Ausschlüpfen untersucht habe, kann ich meine früheren Angaben über das reife Epithel, welche sich auf den zweiten, fünften, siebenten und achten Tag bezogen, durchaus bestätigen und etwas über die Anordnung des Protoplasma hinzufügen; dagegen bin ich auch jetzt noch nicht in der Lage, über den Inhalt etwas Endgültiges auszusagen. Das wird auch ohne eine ausgebildete Mikrochemie nicht geschehen können, und bis dahin mögen diese Dinge ruhen. Denn es wird uns wenig nützen, immerwährend von Körnern, Kugeln und Tropfen zu hören, über deren Natur wir nichts wissen, um so weniger, da wir nicht darüber urtheilen, welche Veränderungen hier die Reagentien angerichtet haben.

Als ich meine Arbeit begann, hatte ich die Absicht, gerade das fertige Epithel mit grösserer Vollständigkeit zu schildern, um dieser Frage einen gewissen Abschluss zu geben. Hierfür wäre noch eine Reihe von Abbildungen nothwendig gewesen. Da ich aber das Entgegenkommen der Herren Verleger in dieser Richtung schon in starker Weise in Anspruch genommen habe, so hielt ich mich nicht für berechtigt, noch weiter zu gehen, und ich muss daher den beschreibenden Theil dieses Abschnittes geben, ohne ihn durch einen bildlichen ergänzen zu können.

Der Leser möge sich mit mir, um den Höhepunkt der Entwicklung kennen zu lernen, dem Epithel des zwölften und dreizehnten Tages zuwenden und die Figuren 16—19 der Tafel XI zu Rathe ziehen. Diese Zellen sind sehr gross in jedem Betracht, sie sind so-

wohl hoch wie breit. Im Flächenbilde (Fig. 16) sind sie unregelmässig polygonal mit geringer Neigung zu Abrundung der Ecken, von ziemlich gleichmässiger Grösse; der Umriss erscheint oft doppelt, so dass der Anschein dicker Zwischenwände entsteht, wodurch die Aehnlichkeit mit Pflanzenzellen noch grösser wird. Doch muss man bedenken, dass die Zellen sehr hoch sind, und dass man daher an den Seiten der Zellen weit hinabsieht, wobei doch fast immer leichte Schiefbilder vorliegen; auch laufen die Begrenzungen einer solchen scheinbaren Zwischenwand nicht immer parallel, sondern überkreuzen sich. Leere Stellen zwischen den an einander stossenden Ecken dreier Zellen kommen nur selten vor, fehlen aber nicht gänzlich. Was diese Zellenform auszeichnet, ist die ungeheuer scharfe Begrenzung, die geraden Trennungslinien und die scharfen Ecken, so dass wirklich Polygone entstehen.

Das geschilderte Bild hat vor allem Geltung für die in der proximalen Hälfte des Dottersackes zwischen den Wülsten gelegenen, also glatten, Theile der Wand; es erleidet jedoch einige Abänderungen: auf den Wülsten sind die Polygone kleiner, die Zellen also schmaler, auch sind sie hier z. Th. von mehr wechselnder Grösse. Diese Schilderung der Flächenbilder ist hauptsächlich von Silberpräparaten entnommen. Am meisten verwickelt gestaltet sich das Bild dort, wo die Seitenzweige der Venen in die Fläche der Wand hinabsinken, und wo sich an ihre Richtung perlschnurartig aufgereihte rundliche Wülste anschliessen, ein Verhältniss, welches schon früher Erwähnung fand (p. 256).

In Seitenansicht haben diese Zellen, wofern sie nicht durch Inhalt besonders aufgetrieben sind, die Grundform eines Rechteckes mit abgerundeten Ecken und sind oben kugelförmig gewölbt (Fig. 17); sind jedoch in ihnen Vacuolen enthalten, welche man sich vor der Behandlung mit Fett erfüllt denken muss, so werden solche Zellen ausgebaucht, was je nach der Lage der Vacuolen entweder am obern (Fig. 18) oder untern (Fig. 19) Ende geschieht. Natürlich müssen die Nachbarzellen nun ihrerseits die Spuren solcher Vortreibungen in Gestalt von Eindrücken zeigen. An Stellen, an welchen viele Zellen mit Inhalt gefüllt sind und dieser verschieden vertheilt ist, da werden also auch grosse Unregelmässigkeiten der Gestalten zu sehen sein, doch giebt es auf dieser Stufe der Entwicklung und an den vorausgehenden Tagen — vom siebenten hebt es meine Dissertation (p. 22) hervor — erhebliche Strecken, wo die rechteckige Form ziemlich ungestört sich hält, so dass wir die in Fig. 17 abgebildete Gestalt nicht etwa als eine abgezogene, sondern als die reale Grundform betrachten müssen.

Das Protoplasma in diesen Zellen ist in der schönsten netzartigen

Anordnung vorhanden, wovon die Fig. 16—19 ein annäherndes Bild geben. Ein Hof um die Kerne und ein Wandbelag tritt besonders hervor, doch ist beides oft schwach entwickelt, manchmal fehlend. Das Uebrige denke man sich so: das Protoplasma umschliesst zunächst grössere Vacuolen; in den Knotenpunkten der Balken liegen wieder kleinere Vacuolen und so fort. Die Region der Kuppe ist besonders ausgezeichnet, indem sie stets von lauter kleinen Vacuolen eingenommen wird. Alle diese Vacuolen sind rund, und wir müssen uns vorstellen, dass die vor der Behandlung hier anwesenden Fetttropfen durch ihre wechselnde Grösse die der Vacuolen bestimmten. Ich glaube also, dass die Form der Protoplasmaanordnung in unserem Falle passiv bedingt und darin nichts zu spüren sei von den activen Einflüssen, welche bei anderen Objecten geschildert worden sind. Deutlicher als die Fäden des Protoplasma selbst sind an ihnen haftende Körnchen, welche wohl aus einem Niederschlage hervorgegangen sein mögen.

Der Kern ist gross und blass, sein Contour scharf. Der Körper des Kernes erscheint an meinen Präparaten leicht gekörnt; im Inneren liegt einer oder zwei oder auch eine Gruppe von Nucleolen bezw. nucleolen-artigen Körperchen. Der Kern hält sich ausnahmslos im unteren Theile der Zelle auf, oft in ihrem Grunde; hier kann er, wenn ein grosser Fetttropfen den Raum beengt (Fig. 19), so zusammengequetscht werden, dass er, von der Kante gesehen, spindelförmig und dunkel erscheint, gerade so wie die Kerne im geschichteten Epithel (p. 277), welche so oft die deutenden Beobachter irre geführt haben. Bei den Zellen mit kleineren Vacuolen, aber auch mit grossen, wofern diese nur hoch liegen, ist der Kern nicht so bedrängt; er findet dann seinen Platz im Protoplasma (Fig. 18), oft mit einer Seite die Wand berührend (Fig. 17), hängt in dem Protoplasmagerüste wie eine Spinne in ihrem Netze, und ist gelegentlich von eckiger Form dadurch, dass er Vorsprünge gegen die Richtung der Protoplasmafäden bildet; worin ich jedoch keine active Formveränderung erblicke, sondern eine Einwirkung der ihn von allen Seiten drückenden Fetttropfen.

Von Einschlüssen dieser Zellen kann ich vier Arten namhaft machen.

1. Fetttropfen, die allerdings auf den Präparaten nur die Vacuolen zurückgelassen haben. Wenn man sie durch Behandlung mit Osmiumsäure darstellen will, so gewinnt man Nichts oder vielmehr, man verliert Alles, denn solche Schnitte sind rein schwarz und lassen Nichts erkennen. Makroskopisch erkennt man das Fett, an welches auch der Farbstoff des Dotters gebunden ist, an dem Aussehen der Wand, und ich will noch einmal daran erinnern, dass in den späteren

Brüttagen die lichtreflectirende Wirkung so stark ist, dass auch nicht eine Spur von Blutfarbstoff durch das einschichtige Epithel hindurchschimmert, sondern die Wand im reinen Gelb erscheint. Die Vacuolen finden sich in allen Zellen; das Fett war also in allen Zellen vorhanden.

2. Kügelchen oder Tröpfchen, welche vorwiegend in einer Randschicht an den Kuppen der Zellen angesammelt sind, bilden den nächsthäufigen Einschluss. Oft sind sie an der genannten Stelle so dicht, dass sie sowohl die Protoplasmastructur wie die Zellgrenze verdecken, letzteres um so mehr, da den Kuppen auch aussen solche Tröpfchen oft anhaften. Streckenweise haben alle Zellen diese Tröpfchen reichlich, streckenweise fehlen sie. Sie nehmen durch Carmin eine blasse Farbe an.

3. Blasse hyaline Tropfen kommen zuweilen, aber spärlich, vor. Da ich solche gerade innerhalb von grossen Vacuolen gefunden habe, also an Stellen, wo vordem Fetttropfen gewesen waren, so ist der Befund nicht recht verständlich. Möglich, dass sie beim Auslaugen als ein Rückstand blieben, eine Substanz, die mit dem Fette gemischt war.

4. Homogene oder leicht gekörnte Kugeln, welche sich mit Carmin ziemlich lebhaft färben, trifft man im Ganzen selten. Sie sind von verschiedener Grösse uud nehmen in der Regel, aber nicht immer, die unteren Theile der Zellen ein. Im Aussehen erinnern sie an die an zweiter Stelle genannten Kügelchen, von denen sie sich wesentlich durch ihre Grösse unterscheiden; allerdings auch in der Färbung, doch wäscht sich bei der Behandlung mit Boraxcarmin und nachherigem Ausziehen durch säurehaltigen Alcohol — von solchen Präparaten ist meine Beschreibung genommen — das Carmin aus grösseren Körpern colloider Substanz überhaupt schwerer aus. So entsteht die Vermuthung, dass beide Elemente zusammengehören, und wenn sie es thun, die Frage, ob die Kugeln aus den Kügelchen durch Vereinigung oder die zweiten aus den ersten durch Zerfall entstanden seien. Jedesfalls dürfen wir wohl unsere Betrachtung über die Einschlüsse, indem wir die an dritter Stelle genannten hyalinen Tropfen wegen ihrer Seltenheit unberücksichtigt lassen, dahin vereinfachen, dass wir von zwei Bestandtheilen sprechen, erstens von den Fetttropfen, die jedoch durch die Behandlung entfernt sind, und zweitens von den Kügelchen und Kugeln. Es ist vielleicht auch nicht zu viel gewagt, wenn man vermuthet, dass erstere dem fettartigen, letztere dem eiweissartigen Körper des Dotters entsprechen, dass sie aus diesen hervorgegangen sind, mehr oder weniger veränderte Stufen derselben vorstellen.

Unsere Betrachtung drängt zu der Frage, in welchem Zustande

der Inhalt von den Zellen aufgenommen werde. Meine bisherigen Erfahrungen führen mich zu der Vorstellung, dass wir diese Betrachtung in zwei Betrachtungen zerlegen müssen, und ich möchte diese dem Leser vorlegen. Mir scheint es, dass es zwei Arten der Aufnahme von Dotterbestandtheilen giebt. Die eine, die wir die primäre nennen können, vollzieht sich gleichzeitig mit der Bildung des Dottersackepithels im Keimwall beziehentlich in der Aussenzone des Dotterhofes. Durch sie erhält jede Zelle einen reichen Bestand an noch unverändertem Dotter. Die Schilderung dieser Vorgänge nimmt den nächsten Abschnitt ein; hier will ich die Betrachtung nur soweit zurückführen, um den Anschluss an jene Darstellung zu gewinnen. Zu diesem Zwecke gehe ich an unserem Dottersacke vom zwölften Tage weiter distalwärts, bis zu einer Stelle, die schon dicht am Bindegewebsringe, aber noch vor demselben liegt.

Hier finden wir das Epithel noch einschichtig wie vorher, aber nicht mehr so hoch; die Mehrzahl der Zellen ist auffallend klein, einzelne dazwischen sind grösser. Diesen Zellen fehlt es sehr an grossen, ja auch an mittelgrossen Vacuolen; nur die zerstreuten grossen Zellen enthalten auch grosse Vacuolen, in der Regel eine einzelne solche. Dagegen sind röthlich gefärbte Kugeln als Inhalt hier nicht selten.

Gehen wir nun noch weiter distalwärts, auf den Mesoderm-Wulst selbst, so treffen wir hier bereits das Epithel geschichtet. Und in diesem fallen die röthlich sich färbenden Massen durch ihre Zahl und und auch durch ihre Grösse auf. Es tritt aber noch ein neuer Bestandtheil auf, bzw. eine andere Combination, nämlich Körper, deren Leib den röthlich sich färbenden Massen gleichzustellen ist, die aber in sich wieder Kugeln einschliessen, die von glänzenden Körnchen erfüllt sind. Solche Kugeln mit glänzenden Körnchen findet man auch frei, ja man findet auch die glänzenden Körnchen für sich, zu Haufen vereinigt.

Gehen wir schliesslich noch über den Mesoderm-Wulst hinaus, so treffen wir in zunehmendem Maasse, sowohl in Hinsicht auf Zahl wie auf Grösse, die roth sich färbenden Ballen. Obwohl hier sicher nicht weniger Fett durch die Behandlung ausgezogen wurde, so sind diese Zellen doch nicht leer, sondern jede von ihnen beherbergt einen grossen Körper, der seinerseits wieder kleine Körnchen enthalten kann.

Wenn wir die geschilderten Bilder vereinigen und uns vergegenwärtigen, dass das distal gelegene Epithel frühere Stufen der Entwicklung darstellt, welche das proximale schon zurückgelegt hat, so dürfen wir wohl die neben einander liegenden Zustände als die Folgen eines Vorganges ansehen, der sich, wie mir scheint, in folgender

Weise abspielt. Die Zellen, welche von ihrer Bildung her, d. h. von der Gestaltung eines Dottersackepithels an, Dotterballen in sich besassen, beschäftigen sich mit der Verarbeitung der letzteren; mit der Umsetzung seines fettartigen und seines eiweissartigen Bestandtheiles. Wie sich dabei der erstere verhalte, darüber sagen uns Lackpräparate sehr wenig, da an ihnen das Fett gänzlich ausgezogen ist. Sicher ist nur, dass zum grossen Theile Fett als solches, z. Th. sogar noch in Verbindung mit dem eigenthümlichen Farbstoffe des Dotters, in die Gewebe gelangt. Darauf lässt das Verhalten der Leber schliessen, sowie gewisse Erscheinungen an den Zellen, welche die im lockeren Bindegewebe verlaufenden Gefässe begleiten. Von dem eiweissartigen Körper sehen wir an unseren Präparaten mehr: wir bemerken die anfängliche Häufigkeit, die zunehmende Abnahme der Grösse und Zahl der Ballen mit dem Fortschreiten von distalen zu proximalen Regionen; eine Abnahme, die endlich zum völligen Schwunde führt. Diese Aenderung im Inhalte der Zellen trifft an unseren Präparaten zusammen mit drei wichtigen anderen Umständen, mit einer Aenderung der Grösse, einer Aenderung der Schichtung und der Herstellung von Beziehungen zu den Gefässen. Allerdings sind alle diese Aenderungen nicht so eng verbunden, dass sie genau auf demselben Striche eintreten: das Epithel ist noch geschichtet auf dem Mesoderm-Wulste, d. h. an der Gefässgrenze, das Epithel ist noch niedrig in einer schmalen Zone, in welcher es schon einschichtig wurde, und die Ballen hören nicht mit einem Schlage sondern allmählich auf. Aber ich glaube, dass wir die Zusammengehörigkeit dieser Merkmale nicht verkennen dürfen. Wenn es nun richtig ist, dass die Zellen im Zustande des geschichteten Epithels mit der Verarbeitung der Dotterballen beschäftigt sind, die sie im Anfange aufnahmen, dass aber mit dem Uebergange in den einschichtigen Zustand dieses Material im Wesentlichen aufgebraucht ist, so können wir den vorher erwähnten Streifen von verhältnissmässig niedrigem einschichtigen Epithel als die Zwischenstufe ansehen, welche von dem primären Zustande zu dem secundären, dem des einschichtigen hohen Epitels hinüberführt, in welchem nun durch die Verbindung mit einem reichen Gefässapparat die Dotterverarbeitung weit heftiger von Statten geht. Ich komme auf diese Betrachtung noch einmal zurück.

Hier fragt sich nun, in welcher Form werden in diesem zweiten Stadium Dotterbestandtheile seitens der Zellen aufgenommen. Hierauf kann nichts Erschöpfendes, aber Einiges gesagt werden. In späteren Brüttagen stösst das Dottersackepithel nicht an unveränderten Dotter, sondern an einen „Dotterbrei" an, d. h. es sind hier keine Dotterkugeln mehr vorhanden, sondern eine zusammenhängende auf Schnitten körnig erscheinende Masse. Dass in dieser Masse fettartige Bestand-

theile enthalten sind, ist gewiss; und dass diese sich z. Th. in der Form wirklichen Fettes oder Oeles gegen Schluss der Entwicklung vorfinden, ersehe ich aus makroskopischen oben mitgetheilten Befunden. Aber nie findet man im Dotter auf Schnitten etwa solche leeren Vacuolen, welche ausnahmslos die Lage der Fetttropfen in den Epithelzellen anzeigen. Daher muss angenommen werden, dass die fettartige Substanz sich in dem Dotter in feiner Vertheilung, etwa in Form einer feinen Emulsion vorfinde.

Wir fragen nun: werden Dotterbestandtheile in gelöstem oder geformtem Zustande aufgenommen? werden sie unter Veränderung ihrer chemischen Constitution resorbirt? werden sie gefressen? Hierzu möchte ich Folgendes bemerken. Ich habe nie Zeichen „amöboider Bewegungen" an den Epithelzellen, auch nie ein Offenstehen der dem Dotter zugewendeten Seiten oder hervorgestreckte Fortsätze bemerkt, sondern stets abgeschlossene, mehr oder weniger gerundete Kuppen der Zellen. Ich habe auch nie eine besondere Cuticularbildung oder Anhänge der freien Fläche bemerkt, sondern stets waren die Kuppen durch eine einfache Linie gezeichnet. Dagegen habe ich wohl auf den frühesten Stadien des einschichtigen Epithels gelegentlich, und zwar an sehr wohl erhaltenen Präparaten, unregelmässige Begrenzungen der freien Enden der Zellen getroffen und Bilder, als wenn protoplasmatische Fäden frei hervorragten (S. 275). Ich halte daher für diese frühen Stadien eine active Aufnahme geformter Bestandtheile Seitens des Protoplasma zwar nicht für bewiesen, aber doch für discussionsfähig; nicht aber ebenso für die späteren Stadien, d. h. für die lange Zeit, in welcher sich die Hauptarbeit des Dottersackepithels abspielt.

Mit den durch das Vorhergehende gewonnenen Gesichtspunkten treten wir an die Betrachtung der letzten Brüttage heran, in welchen das Epithel des Dottersackes sich dem mehr und mehr eingedickten Dotter gegenüber befindet.

Achtzehnter Tag. — Die Zellen sind zwar gross und blasig, aber niedriger als am zwölften Tage. Ihre Kuppen sind flach oder gerundet. Die Kerne liegen in halber Höhe der Zellen an die Wand gepresst. Die Zellen sehen eigenthümlich leer aus; es fehlt sowohl Protoplasma wie körniger Inhalt, man darf wohl annehmen, dass eine solche Zelle durch einen einzigen grossen Fetttropfen ganz erfüllt war. Nur in den Kuppen der Zellen findet man, und auch hier nur selten, körnige Masse, welche der aussen anliegenden Masse (Dotterbrei) gleicht, jedoch in Carmin einen blasseren Farbenton angenommen hat.

Neunzehnter Tag. — In den Zellen liegt körnige Masse, genau von dem gleichen Aussehen, welches der freie Dotter darbietet; sie

füllt in erster Linie die Kuppen der Zellen aus, zieht sich von da dann weiter an den Seitenwänden hinab und auch an den Protoplasmabrücken hin, so dass diese, die spärlich sind — oft übrigens gänzlich fehlen —, den Eindruck plumper Balken von körniger Substanz machen. Oft sind aber auch die Zellen gänzlich ausgefüllt. Da nun der freie Dotter andrerseits an die Kuppen der Zellen unmittelbar anschliesst, so ist oft eine Grenze von Zellen und Dotter überhaupt nicht sichtbar, in anderen Fällen ist sie es; im ersteren Falle entsteht das eigenthümliche Bild, als seien Lücken im Epithel entstanden, und der Dotter durch diese bis an das Bindegewebe vorgedrungen. Soweit diese körnige Masse die Zellen nicht erfüllt, sind dieselben durch grosse Vacuolen eingenommen, in denen wir uns wieder die Räume zu denken haben, die durch Auslaugen des Fettes frei geworden sind. Von dem gleichen Dottersacke besitze ich übrigens Präparate, näher am distalen Pole gewonnen, an welchen die Zellen weniger körnige Masse enthalten und immer scharfe Grenzen zeigen. Die Kerne sind fussständig, elliptisch oder eckig.

Einundzwanzigster Tag. — Die Zellen sind kleiner als früher, besonders die an der Wand gelegenen; sehr aufgetrieben, blasig, mit Neigung zur Abrundung, welche nicht nur am oberen, sondern auch am unteren Ende frei zum Ausdruck kommt. Die Kerne sind verhältnissmässig klein, dunkel, an die Wand gedrückt, zuweilen eckig; sie liegen vielfach in halber Höhe, oft aber auch im unteren Ende. Protoplasma ist in Form von spärlichen, dicken Balken vorhanden; oft fehlt aber Protoplasma im Innern gänzlich, und es ist solches nur in Form eines Wandbelages vorhanden, der eine einzige grosse Vacuole (Fetttropfen) umschliesst. Körniger Inhalt (Eiweiss) wird hier vermisst; doch ist zu bemerken, dass das Präparat mit Chromessigsäure behandelt war, wodurch das Eiweiss wahrscheinlich in Lösung gegangen ist.

Wenn man das zusammenfassend betrachtet, was über den achtzehnten, neunzehnten und einundzwanzigsten Tag mitgetheilt wurde, so ergiebt sich, dass die Zellen kleiner geworden sind, was aber nicht als Zeichen der Rückbildung angesehen werden kann, denn wir treffen diese Zellen in voller Arbeit. Die Kerne erheben sich zum Theil bis zu halber Höhe, verharren aber im Ganzen noch im Grunde der Zellen. Die starke Erfüllung mit Fett macht sich makroskopisch durch die Farbe, mikroskopisch durch grosse Vacuolen bemerkbar. Die Anordnung des Protoplasma ist dadurch im Wesentlichen bestimmt. Körnig gerinnende Masse (Eiweiss?) wird oft in grosser Menge in den Zellen getroffen, und hier können wir auch etwas über die Aufnahme dieser Masse erschliessen. Da sie der körnig gerinnenden Masse im freien Dotter durchaus gleicht, so

können wir annehmen, dass solche Substanz unverändert in die Zellen eindringt. Hiermit ist es auch gut in Uebereinstimmung, dass innerhalb der Zellen die Substanz in erster Linie in den Kuppen getroffen wird. Wir dürfen vermuthen, dass sie in dem Maasse umgewandelt wird, als sie in die tieferen Theile der Zelle eindringt. Was sich ausserdem noch der Betrachtung aufdrängt, ist, dass innerhalb der Zellen die körnige Masse und die Fetttropfen (Vacuolen) gesondert sind, während das Gleiche im freien Dotter nicht zu beobachten war.

Diese Bemerkungen über den Inhalt der Zellen enthalten alles von Belang, was ich mittheilen kann, aber freilich nichts Erschöpfendes, kaum mehr als den Hinweis darauf, dass hier ein der Untersuchung würdiges und wohl auch zugängliches Problem vorliegt.

Das Epithel in Rückbildung. — Was ich über die Rückbildung des Epithels berichten kann, ist so wenig, dass es am besten gleich hier angeschlossen wird. Es stehen hier zur Verfügung Beobachtungen über drei Thiere einer Brut, vom dritten bis vierten, vom fünften bis sechsten, und vom sechsten bis siebenten Tage nach dem Ausschlüpfen; dazu kommt von einer anderen Brut ein Hühnchen vom vierten Tage, dessen Dottersack jedoch so stark verkleinert und verändert war, dass er wohl als der am stärksten rückgebildete gelten konnte. Ich führe sie der Reihe nach auf.

Drei bis vier Tage. — Die Zellen sind bedeutend kleiner geworden, obwohl verglichen mit anderen Embryonalzellen sehr gross; namentlich in der Höhe haben sie abgenommen, so dass sie als kubisch oder rundlich bezeichnet werden können. — Neigung zu kugeliger Abrundung macht sich besonders an den Kuppen bemerkbar, jedoch ist kein so starkes Vorquellen der letzteren vorhanden wie früher. Die Kerne sind von der gewöhnlichen Grösse, rund oder elliptisch und liegen fast durchweg in der Kuppe, oft aber in der Mitte, zuweilen im Fusse der Zellen. Das Protoplasma findet sich in Form eines grobmaschigen, spärlichen Netzes im Innern der Zellen, hauptsächlich aber feinkörnig in den Kuppen, also in der Gegend der Kerne angehäuft. Geformter Inhalt wird gar nicht gefunden; die Vacuolen darf man auch hier als durch Fett ausgefüllt ansehen.

Fünf bis sechs Tage. — Die Zellen sind wohl kleiner als vor dem Ausschlüpfen, jedoch noch immer gross und blasig und von der grössesten Regelmässigkeit. Die Kerne liegen sämmtlich in den Kuppen der Zellen.

Von den Zellen des sechsten bis siebenten Tages gilt das Gleiche.

Vier Tage von einer anderen Brut. — Die Zellen sind blasig, mehr hoch als breit; sie sind sehr blass und ihre Umrisse eigen-

thümlich unsicher, wie mit zittriger Hand gezeichnet. Die Kerne haben zwei bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten angenommen; erstens sind sie, jedoch nicht immer, an die Wand gedrückt und hier stark abgeplattet, zweitens sind sie, jedoch auch nicht immer, in die Spitzen der Zellen gerückt. Wenn beide Merkmale sich in sehr ausgeprägter Weise vereinigt finden, so entsteht ein Aussehen, als sei die Zelle von einer dünnen Kappe von chromatischer Substanz bedeckt.

Betrachtet man zusammenfassend das, was über die Zeit nach dem Ausschlüpfen gesagt ist, so ist es nichts weniger als erschöpfend, und dies Wenige nicht so, wie man es erwartet hätte. Als die besonders auffallende Veränderung tritt die Umlagerung des Kerns hervor, der während der langen Zeit der Funktion der Zellen so typisch im Fusse der Zelle sich aufhielt und nun seinen Platz in der Kuppe gewählt hat. Aber auch hier bewahrt er bis zuletzt seine Gestalt. Und ebenso halten auch die Zellen noch bei so starker Verkleinerung des Organes typische Merkmale ihrer Gestalt und Lagerung fest. Ich will keineswegs behaupten, dass meine Untersuchung erschöpfend war, aber ich muss doch hervorheben, dass mir Zeichen eines so zu sagen selbständigen Zerfalles nicht entgegengetreten sind. Hier muss ich nun eine Beobachtung heranziehen, über die an anderer Stelle (S. 289) schon berichtet ist, nämlich die, dass Epithelzellen anscheinend von dem schrumpfenden Bindegewebe und von Leukocyten umschlossen und erstickt werden, und ich muss wiederholen, dass es mir so scheint, als sei der Vorgang der Rückbildung des Dottersackes an das Bindegewebe geknüpft. Ob es vor der gänzlichen Vernichtung den Zellen des Dottersackes gelingt, ihre Rolle zu Ende zu spielen, d. h. sämmtlichen Dotter zu verarbeiten, oder ob ein kleiner Rest des letzteren durch Leucocyten zur Resorption gelangen muss, vermag ich gleichfalls nicht anzugeben.

Nachdem ich das einschichtige hohe Dottersackepithel vom zwölften Tage bis zu seiner Rückbildung verfolgt habe, möchte ich nun rückschreitend von demselben Zeitpunkte an mich gegen die Anfänge seiner Entwicklung hinbewegen. Dabei möchte ich aber vorweg bemerken, dass, wenn wir die Epithelzellen in früheren Tagen von geringeren Dimensionen treffen, wir darin nicht ohne Weiteres Beweise einer noch nicht erlangten Reife erblicken dürfen. Es könnte ja wohl sein, dass das Epithel den Leistungen, die es am zweiten, dritten und vierten Tage zu vollbringen hat, wo es dem perilecithalen Spalt gegenübersteht, in dieser kleineren Modification gerecht wird, und dass erst die veränderten Leistungen der zweiten Hälfte der Brutzeit eine veränderte Gestalt wünschenswerth machen.

In dieser Hinsicht also müssen wir unserem Urtheil eine gewisse Zurückhaltung auferlegen.

Ueber den siebenten und fünften Tag mag dasjenige Geltung haben, was ich in meiner Dissertation auf S. 21, 22 und 23 mittheilte, nur möchte ich, wenn ich damals das Epithel des fünften Tages als „fast durchweg einschichtig" bezeichnete, dieses „fast" streichen und sagen, das Epithel ist einschichtig im ganzen Gefässbezirke, wahrscheinlich wieder mit Ausnahme des Randstreifens, welcher dem Mesodermwulste auflagert.

Für den vierten Tag sei angemerkt, dass hier auf stark vorspringenden Gefässen die Epithelzellen stellenweise ausserordentlich abgeplattet sind, was sich allerdings sehr einfach dadurch erklärt, dass mit der Zunahme der Gefässe die Zellen sich nicht in gleichem Maasse vermehrten, was aber immerhin doch der Erwähnung werth ist, da in späteren Stadien die Zellen auf den Wülsten oder Blättern ebenso hoch ja zum Theil höher sind als an der Wand. Gerade auf der Arteria vitellina ist diese Abflachung und eine damit Hand in Hand gehende Verbreiterung sehr auffallend, und ich habe ein Präparat vor mir, in welchem eine Zelle acht bis zehn mal so breit als hoch ist. Der Kern ist trotzdem als fussständig zu erkennen und das Protoplasmanetz in dieser Zelle ist sehr deutlich. Auf der Vena vitellina posterior ist das Epithel auch flach, jedoch nicht in so extremer Weise. Ich habe diese Verdünnung des Epithels auf vorspringenden Gefässen mit Rücksicht auf den zweiten Tag schon in meiner Dissertation erwähnt und abgebildet (Fig. 3 meiner Diss.); auch jetzt finde ich wieder an Präparaten einer Keimscheibe mit 13 (14) Urwirbeln (48 Std.) das Gleiche.

Ich möchte etwas verweilen bei Präparaten von Eiern, welche 3 Tage und 8 Stunden bezw. 3 Tage und 20 Stunden gebrütet waren. Denn hier schliessen die Epithelzellen des Dottersackes zum Theil Ballen ein, zum Theil aber entbehren sie solcher, so dass man am besten an diesen Präparaten ein Urtheil darüber gewinnt, welchen Einfluss diese Inhaltskörper auf die Form der Zellen ausüben; ein Urtheil, welches beim Studium des geschichteten Epithels (p. 320) wichtige Dienste leistet. Diese Ballen in ihrer typischen Form sind blasskörnig und finden sich zu einem in einer Zelle; es giebt jedoch mancherlei Abweichungen nach Form und Aussehen, nämlich kleinere Ballen, welche in der Zelle einen grösseren Raum frei lassen; zerklüftete Ballen; solche, die inmitten eines blassen Hofes einen Körnchenhaufen enthalten; ganz blasse. Ich glaube, dass alle diese Formen Stufen des Zerfalles und der Auflösung der erstgenannten Form sind. Wir können also die Zellen als solche mit Ballen und solche ohne Ballen unterscheiden. Oft aber sind die Ballen am erhärteten

Präparat ausgefallen, worüber man am Flächenpräparate sehr schnell Gewissheit erlangt, und das hat eine gewisse kritische Bedeutung, denn an Schnittpräparaten müssen die betreffenden Zellen zerrissene Kuppen zeigen und scheinbar offen stehen.

Sehen wir uns nach den weiteren Merkmalen um, so ist über die Grösse zu bemerken, dass die Zellen nicht nur niedriger, sondern auch, wie Flächen- und Schnittpräparate übereinstimmend zeigen, auch schmaler sind, als wir es vom zwölften Tage kennen lernten. Das gilt auch für den sechsten Tag, und es sei hier mit Rücksicht auf diesen nachgetragen, dass die Zellen im Flächenbilde nicht die scharfen polygonalen Formen mit gerade verlaufenden Begrenzungslinien, sondern eine starke Neigung zu gerundeter Gestalt zeigen, der in weitgehender Weise Rechnung getragen werden kann, da breitere Zellen mit schmaleren gemischt sind. Bei den Präparaten des vierten Tages, die uns beschäftigen, kommt Aehnliches auch vor, jedoch herrscht im Allgemeinen an einer Stelle übereinstimmende Grösse. Es giebt jedoch stellenweise so schmale Zellen, dass im Flächenbilde die Kerne aneinander zu stossen scheinen. Solche fand ich besonders in den distalen Abschnitten des Gefässbezirkes.

Ueberhaupt möchte ich nicht unterlassen, zu bemerken, dass gerade auf dieser Stufe der Entwicklung des Dottersackes die localen Differenzen eine ausgedehntere Untersuchung wünschenswerth machen, da man sonst leicht in Gefahr kommt, eine Beschreibung als allgemein gültig zu geben, welche nur auf einen Abschnitt der Wand passt.

Eine Zelle mit Ballen nimmt im Flächenbilde das Vier-, Sechs- und Achtfache des Raumes ein, welchen eine Zelle ohne Ballen beansprucht.

Die Grenzen der Zellen sind an den gefärbten Präparaten meistens scharf, oft aber scheinen sie gänzlich oder stückweise zu fehlen, oder erscheinen — anders ausgedrückt — nicht anders als die Fäden des Protoplasma. Man erinnert sich wohl der Darstellungen aus der Litteratur, nach welchen es sich an der Innenseite des Dottersackes gar nicht um abgegrenzte Zellen, sondern um ein Netz von Protoplasma mit Kernen handeln soll. Da aber an Silber-Präparaten, welche ich für dieses Studium gar nicht genug empfehlen kann, die Grenzen bis weit in die Area vitellina hinein deutlich sind, so muss ich die zellige Struktur des Epithels im ganzen Gefässbezirke mit voller Bestimmtheit behaupten.

In dem Verhalten des Protoplasma giebt es zwei Extreme; in dem einen ist der ganze Innenraum der Zelle von einem Gerüst protoplasmatischer Fäden erfüllt, in dem anderen sind diese auf eine dünne Wandbekleidung beschränkt; zwischen den Extremen giebt

es Uebergänge. Das Protoplasma ist zuweilen so feinmaschig, dass es fast körnig erscheint, in anderen Fällen gröber; beide Arten können in einer Zelle gemischt vorkommen, in anderen Fällen findet sich nur die eine.

Die Kerne sind entweder von der gewöhnlichen bläschenförmigen Gestalt oder durch die Ballen platt an die Wand gedrückt, im letzteren Falle eckig oder, von der Kante gesehen, spindel- oder sichelförmig. Solche abgeplattete Kerne, wenn sie von der Kante gesehen werden, erscheinen dunkel. Im Flächenbilde liegen die Kerne in den ballenfreien Zellen in der Regel in der Mitte; im Schnittbilde findet man sie fast immer fussständig, zuweilen aber höher liegend, oft geradezu an den Fuss der Zelle angedrückt.

Von Inhalt kommen ausser den Ballen Tropfen vor, und zwar erstens in den Ballen, zweitens frei. Sie finden sich nicht nur in grösseren, sondern auch in kleineren Ballen und liegen in ihnen zum Theil in Haufen, zum Theil mehr zerstreut. Die freiliegenden Tropfen kommen in einer Zelle in grösserer oder geringerer Zahl vor, oft nur wenige oder gar nur einer in einer Zelle, und solche freie Tropfen finden sich auch in ballenfreien Zellen.

Ob ausser den Ballen und Tropfen noch ein dritter, durch die Behandlung ausgezogener Bestandtheil in den Räumen der Zellen gelegen habe, die in den Präparaten leer erscheinen, möchte ich nicht wagen, zu entscheiden; namentlich möchte ich die Behauptung, dass die Vacuolen der Epithelzellen in der zweiten Hälfte der Brützeit durch Fett ausgefüllt waren, nicht auf unsere Präparate der ersten Hälfte übertragen. Denn in dem Stadium, welches uns beschäftigt, stösst ja das Epithel an den perilecithalen Spalt, also an Flüssigkeit an; es ist mir in der That wahrscheinlicher, dass diese leeren Räume in den Zellen auch im frischen Zustande leer, d. h. mit Flüssigkeit gefüllt waren, obwohl ich zugeben muss, dass ich keine Beweise habe, um diese Ansicht zur Gewissheit zu erheben.

Sind die Zwischenräume, welche sich zwischen den grossen Ballen und der Wand finden, auch im frischen Zustande vorhanden, oder füllen die Ballen die Zellen vollkommen aus? Mir scheint das letztere wahrscheinlich, denn woher sollten sonst die Kerne in diesen Zellen so stark abgeplattet sein, wenn nicht durch den Druck der Ballen? Dass Dotterballen durch die Behandlung mit Alcohol schrumpfen, auch wenn sie vorher „fixirt“ sind, wurde ja oben (p. 241) hervorgehoben. Die Frage ist an sich für das vorliegende Stadium gleichgültig, aber wenn wir von dem geschichteten Epithel sprechen (p. 320), hat sie Bedeutung, um die Form der Kerne zu verstehen.

Auch am Ende des zweiten Tages ist das Epithel im Gefäss-

bezirke einschichtig. Ich kann mich hier beschränken, da die Angaben meiner Dissertation (p. 20) und die von Kölliker (Lehrbuch p. 173) vorliegen, welche in manchen Stücken genauer sind als die meinen.

Der schon oben (p. 235) erwähnte, im Bereiche der Vena terminalis gelegene „Grenzwulst des Gefässhofes" muss hier berücksichtigt werden. Derselbe ist den übrigen Abschnitten des Gefässhofes gegenüber dadurch gekennzeichnet, dass in ihm das Epithel geschichtet ist, und den angrenzenden Theilen des Dotterhofes gegenüber dadurch, dass er dicker ist. Es ist gar nicht leicht, sich ein so eigenthümliches Verhalten zu erklären, besonders wenn wir mit v. Kölliker annehmen wollen, dass das Entoderm in der Innenzone der Area vitellina einschichtig ist. Denn wenn wir uns vorstellen, wie wir doch müssen, dass das weiter wachsende Mesoderm mit der Vena terminalis sich unter schon vorhandenes Entoderm hinunterschiebt, so bliebe uns nur die Vorstellung, dass sich über dem Mesodermrande eine fortschreitende zur Schichtung führende Proliferation des Entoderms vollziehe. Ich finde jedoch an Präparaten vom Ende des zweiten Tages das Entoderm der Area vitellina zwar dünn aber geschichtet, und ich komme daher mit der Vorstellung aus, dass das schon vorher geschichtete Epithel durch Streckung seiner Zellen an Höhe zunimmt und dadurch den Wulst bedingt. Die Streckung der Zellen ist aber nichts anderes als eine Vorbereitung auf das einschichtige Epithel des Gefässbezirkes. Uebrigens giebt es Fälle, in denen das Epithel hier gar nicht höher ist als in den angrenzenden Theilen, eine Hervorwölbung vielmehr nur durch die Vena terminalis erzeugt wird. Auch ist es in der Ordnung, diesen eigenthümlichen Grenzbezirk nicht nur am Ende des zweiten Tages zu betrachten und ich erinnere daher an das, was ich über denselben schon mit Beziehung auf den vierten Tag gesagt habe (p. 307). Es tritt hier an die Stelle eines einfachen ringförmigen Wulstes eine reiche Bildung von Erhebungen, welche bis in die Area vitellina hineinreicht. Am sechsten Tage, wie ich hinzufüge, steigert sich diese noch mehr und greift noch weiter in die Area vitellina über. Auch die Bemerkungen über das den Mesodermrand am zwölften Tage überlagernde geschichtete Epithel (p. 301) müssen berücksichtigt werden. Wenn ich nun die Schnitte, die ich vom letzten Viertel des zweiten Tages besitze, genauer betrachte, so finde ich nicht einen einfachen glatten Wulst, wie ihn v. Kölliker abbildet (Lehrbuch Fig. 102), sondern einen breiteren, durch unregelmässige Erhebungen der Zellen gekennzeichneten Vorsprung, in dessen distaler Hälfte die Zellen mit grossen Inhaltsballen fast gänzlich erfüllt sind, während in der proximalen Hälfte schon eine Verkleinerung des In-

haltes stattgefunden hat. Ich kann nicht umhin, die Aehnlichkeit hervorzuheben, welche zwischen dieser Bildung und dem auf Fig. 1 und 2 meiner Taf. X dargestellten, mit E bezeichneten Ringe besteht, durch welchen sich die Entstehung der Wülste des Entoderms ankündigt; so dass es scheint, als fiele in diesem Stadium der „Grenzwulst" mit dem Rande der Area opaca selbst zusammen. Nach allem können wir wohl sagen, dass in dem Kölliker'schen „Grenzwulste des Gefässhofes" eine eigenthümliche Bildung vorliegt, welche auf besondere, auch von mir vielleicht noch nicht genau genug erkannte Wachsthumsverhältnisse hinweist.

Wir haben uns nun der Frage zuzuwenden, wann zuerst das Epithel der Area opaca einschichtig zu werden beginne. Da die Entwicklung in den proximalen Partien am meisten vorauseilt, so haben wir hier zuerst einschichtiges Epithel zu erwarten. Ich führe einige Befunde an, um die Grundlage eines Urtheils zu gewinnen.

Keimscheibe mit langem Primitivstreifen (24 Std.). — Der Uebergang des Epithels der Area pellucida in das der Area opaca ist ein sehr allmählicher. Man könnte schon hier, wenn man die höheren Zellen des Uebergangstheiles zur Area opaca rechnet, von einem einschichtigen Epithel der letzteren sprechen.

Keimscheibe mit einem Urwirbel (25 Std.). — Der Uebergang des Epithels der Area pellucida in das der Area opaca ist ein überaus allmählicher, so dass es an vielen Schnitten überhaupt unmöglich ist, anzugeben, wo die Grenze beider Höfe liegt. Jedesfalls aber trifft man in dieser Uebergangszone distal Zellen, welche mehr hoch als breit sind, in einschichtiger Lage; ihre Kuppen sind gerundet, die Kerne näher den Fussenden. Allerdings werden sie demnächst, bei der weiteren Ausdehnung der Area pellucida in flache Epithelzellen umgewandelt werden; halten wir aber fest, dass sie vorher hoch waren.

Keimscheibe mit vier (fünf) Urwirbeln; Längsschnitte. — Das Epithel im Gefässbezirke der Area opaca ist zum Theil schon einschichtig, jedoch sind in dieser einschichtigen Region noch nicht alle Kerne fussständig. Die einzellige Anordnung tritt weniger deutlich am Medianschnitt wie an Seitenschnitten, also im Gebiete der späteren Arteria vitellina hervor.

Keimscheibe mit fünf Urwirbeln (30 Std.). — Eine nicht sehr breite Randzone der Area opaca hat einschichtiges Epithel. Die Wülste treten der Beobachtung hinderlich entgegen (s. p. 234).

Keimscheibe mit acht (neun) Urwirbeln (31 Std.). — Ein ziemlich beträchtlicher Abschnitt des Gefässbezirkes der Area opaca hat einschichtiges Epithel.

Keimscheibe mit neun Urwirbeln (42 Std.). — Das Epithel der Area pellucida geht durch kubische Zellen ungeheuer allmählich in das der Area opaca über. In dem Gefässbezirke der letzteren ist es in weitem Umfange einschichtig, und wenn man den störenden Einfluss der Wülste auf die Beurtheilung der Schnitte berücksichtigt, darf man vielleicht sagen, es sei im ganzen Gefässbezirke einschichtig mit Ausnahme des Grenzwulstes.

Einige genauere Angaben über die ersten einschichtig liegenden hohen Zellen seien hier gemacht mit Rücksicht auf die eben erwähnte Keimscheibe mit acht (neun) Urwirbeln von 31 Stunden. Die Zellen sind cylindrisch, aber nicht sehr hoch und zwar gleich hoch. Ihre Grenzen gegen einander sind scharf, die Kuppen gerundet, oft aber kegelförmig und dann nicht scharf begrenzt, sondern anscheinend mit Protoplasmafäden endigend. Das Protoplasma bildet in den Zellen ein dichtes Netz, ziemlich gleichmässig, jedoch in den oberen Theilen der Zellen noch dichter; es ist deswegen so deutlich zu sehen, weil die Zellen leer sind. Die Kerne sind rund oder eckig; letzteres namentlich in schmalen Zellen, da sie sich dann an die Seitenwände stützen; sie liegen im unteren Ende, jedoch etwas über der Basis. Noch bei einer Keimscheibe mit dreizehn (vierzehn) Urwirbeln von 48 Stunden fand ich die Kerne in dem einschichtigen Epithel des Gefässbezirkes nicht alle in den Füssen der Zellen gelegen, wo man sie doch in dem reifen Zustande der Zellen so typisch antrifft. Das erklärt sich aber ganz einfach daraus, dass zwar in einem Theile der Zellen die Kerne von Anfang an fussständig sind, weil diese Zellen im geschichteten Epithel aussen lagen; dass aber in anderen Zellen, nämlich denen, welche im geschichteten Epithel in der Mitte und innen lagen, die Kerne im Anfange weiter innen sich fanden. Die letzteren können erst allmählich, nachdem die Zellen durch Schiebung einschichtige Lagerung angenommen haben, in die Fussenden hinabsteigen.

Ueber den Inhalt der Zellen des einschichtigen Epithels in diesem frühen Stadium der Entwicklung ist Nichts bekannt; wir wissen nicht, was diese blassen und glänzenden, hyalinen und körnigen Ballen, Kugeln, Tropfen und Körner bedeuten. Auch ist ja ein endgültiger Aufschluss erst von der Mikrochemie zu erwarten. Es wäre daher auch natürlicher, hiervon einstweilen gänzlich zu schweigen. Doch können wir dies nicht thun, da die Vorstellung von der ersten Entstehung des Dottersackentoblasten mit der von der Natur der Zelleinschlüsse in einer innigen Verbindung steht. Es sei daher zunächst bemerkt, dass an Lackpräparaten der fettartige Körper des Dotters auch in den Epithelzellen dieser früheren Stadien aufzufinden ist; auf ihn dürfen wir wohl die glänzenden Tropfen

oder Kugeln beziehen, die wir im Innern von Ballen oder frei liegend antreffen, und die sich so geneigt zeigen, durch Pikrinsäure oder auch Platinchlorid eine gelbe Farbe anzunehmen; man findet aber auch öfters myelinartige Bildungen, welche den fettartigen Körper noch deutlicher anzeigen. Es ist also hier kein Fett oder Oel vorhanden, welches ja, wie uns die Präparate aus der zweiten Hälfte der Brützeit gezeigt haben, durch die Behandlung aus den Epithelzellen ausgezogen wird, sondern eine Substanz, welche dem fettartigen Körper des Dotters selbst näher steht. Wenn wir die damit gewonnene Vorstellung auf den gesammten Inhalt dieser Zellen übertragen, wie wir ja wohl können, so heisst das, dass in diesen Anfängen der Thätigkeit des Dottersackes diesem das Material in einem weniger vorgearbeiteten Zustande, so zu sagen, mehr als Rohmaterial zugewiesen wird. Und diese Anschauung hat zu ihrem anscheinend natürlichen Ausgangspunkte die Betrachtung, dass die Dotterentoblastzellen ursprünglich die zu verarbeitenden Dotterbestandtheile in gänzlich unverändertem geformtem Zustande aufnahmen.

Nun wolle man nur immer bedenken, dass der perilecithale Spalt nicht nur das Epithel des Gefässbezirkes sondern, auch das der Innenzone des Dotterhofes von dem Dotter trennt, dass also die Zellen ihren Inhalt — wenn sie ihn überhaupt als Rohmaterial aufnahmen — schon weit früher, nämlich schon damals, als sie im Keimwallstadium waren, müssen aufgenommen haben. Da wir nun allmählich mehrere hundert Zellenbreiten sich zwischen die Keimwallformation (Aussenzone des Dotterhofes) und den Rand des Gefässbezirkes schieben sehen, und doch immer noch die Zellen des letzteren mit ihren Brocken nicht fertig sind, so dürfen wir wohl sagen, dass es mit dieser Arbeit recht langsam gehe. Da wir nun sehen, dass die Gesammtmenge des Dotters sich um diese Zeit nicht sehr verkleinert, während umgekehrt durch den reichlichen Erguss von Flüssigkeit in den perilecithalen Spalt der von der Keimhaut umschlossene Raum sich sehr erheblich vergrössert, so erwächst von dieser Seite her der Vorstellung keine Schwierigkeit, dass einzelne Zellen Tage dazu gebrauchen mögen, um den Rohstoff, den sie im Jugendzustande aufnahmen, zu verarbeiten. Es sei dieser Gedanke zur Erwägung, nicht als Behauptung, hier vorgelegt.

Die Meinung, dass die Dotterentoblastzellen ihren Inhalt im rohen Zustande aufnehmen, berührt sich in einem Punkte mit den Anschauungen von His, kann aber noch viel mehr als die Meinung Rauber's bezeichnet werden (21), dem ich mich, wie der nächste Abschnitt zeigen wird, hinsichtlich der Entstehung des Dottersackepithelsin wesentlichen Punkten anschliesse.

Eine Thatsache kann jedoch hier nicht unerwähnt bleiben. Ich finde nämlich an Präparaten des zweiten und dritten Tages, dass auf der Innenzone des Dotterhofes, besonders auf distalen Abschnitten derselben, nur wenige Zellen Ballen enthalten, während die Zahl der letzteren sich mit der Annäherung an den Gefässbezirk steigert und im Rande der letzteren selbst am häufigsten ist. Flächenbilder sind hier weit mehr geeignet, dem Urtheil zur Grundlage zu dienen, da man in ihnen hunderte von Zellen schnell überblicken kann. Diese Thatsache erregte mir die schwersten Bedenken gegen die Ansicht, der ich mich anzuschliessen im Begriffe stand, denn es musste scheinen, da die Ballen in jüngeren Abschnitten des Entoblasten spärlicher, und in älteren reichlicher vorkommen, dass sie sich erst nachträglich bilden, so wie ja auch v. Kölliker von einem früheren Stadium des Dottersackentoblasten, nämlich von dem „Keimwulst", behauptet (Lehrbuch p. 175), dass die Zellen ihre Inhaltskörper in sich entwickeln. Die Ansicht, dass die Entoblastzellen innerhalb des Keimwalles unveränderte Dotterbestandtheile aufnehmen, scheint mir jedoch so wohl begründet, dass ich vielmehr nach einer Vorstellung suche, in welcher die erwähnte Thatsache neben ihr bestehen kann. Es wäre möglich, dass die Entoblastzellen mit dem Dotter, den sie vom Keimwallstadium her besitzen, bald fertig sind, dass sie dann in den distalen Abschnitten leer erscheinen und dann von neuem Inhalt „in sich entwickeln." Eine zweite Möglichkeit wäre die, dass bei dem anfänglich langsamen Wachsthum der Keimhaut alle Zellen Zeit finden, sich mit Dotterbestandtheilen zu beladen, so dass wir diejenigen Zellen, bis zu denen am Ende des zweiten Tages der Grenzwulst vorgedrungen ist, reich an Inhalt treffen, während weiter distal gelegene Abschnitte so schnell gewachsen sind, oder in dem geschichteten und vom Dotter schon getrennten Epithel eine so starke Vermehrung von Zellen stattgefunden hat, dass man nur einen Theil der Zellen mit Inhalt beladen antrifft.

Auf die Innenzone der Area vitellina komme ich noch zurück.

2. Das flache Epithel oder das Epithel der Area pellucida. — Das Epithel der Area pellucida ist bis zur Mitte des zweiten Tages hin so viel beschrieben worden, dass ich es nicht wieder zu thun brauche. Ich will nur zweierlei in die Erinnerung bringen; erstens dass in den Stadien, wo das Mesoderm sich ausbreitet, die Zellen des Entoderm vielfach in Fäden ausgezogen sind, welche sie an ihrer oberen Seite hervorstrecken; zweitens, dass man oft im Bereiche der Area pellucida, namentlich in der Gegend der sog. „mesodermfreien Stelle", Gruppen kleiner Wülstchen findet, in welchen die Entodermzellen kubische Gestalt und blasiges Aussehen annehmen.

Eine derartige Gruppe ist in meiner Fig. 23 auf Taf. XII vor dem Kopfe zu sehen.

Die Abplattung nimmt in den Tagen, die auf den zweiten folgen, nicht ab, sondern zu und erhält sich bis über die Mitte der Brützeit hinaus. Es ist daher auch sehr schwer, man kann sagen, auffallend schwer, von den Entoblast-Zellen der Area pellucida eine sichere Kenntniss zu erlangen. Nur um der ganz schematischen und blassen Vorstellung zu begegnen, die man von ihnen hat, gebe ich eine Beschreibung mit Rücksicht auf ein Stadium von 3 Tagen und 8 Stunden, indem ich mich von dem Gedanken leiten lasse, dass es auch hier nützlich ist, von den ausgereifteren Formen der späteren Tage das Licht rückwärts in die Anfänge der Entwicklung fallen zu lassen. In dem genannten Zeitpunkte erscheinen die Entoderm-Zellen der Area pellucida in zwei Abarten. In der einen Form sind die Zellen durch ein weitmaschiges Protoplasmanetz ausgezeichnet, welches schärfer ist als das der Zellen in der Area opaca, da es in dünnerer Lage liegt. Die Zellen sind in der Fläche grösser als die der Area opaca, da sie niedriger sind; die Grenzen sind scharf, obwohl manchmal stückweise unsichtbar. Die Kerne liegen central oder auch excentrisch, sind rund oder eckig; manchmal klein und dunkel, oft aber grösser als die der Area opaca.

Die zweite Form kann demgegenüber als homogene bezeichnet werden. Das Protoplasma ist hier gleichmässig, in Form einer leicht körnigen Substanz, vorhanden, welche so blass und dünn daliegt, dass man in ihr die Vacuolen schwer erkennt. Diese Vacuolen sind kreisrund, von verschiedener Grösse, aber alle sehr klein. Gerade in dieser Formation, in welcher ohne Zweifel die zellige Abgrenzung vorhanden ist, kann man von Zellengrenzen an gefärbten Lackpräparaten nicht das Geringste sehen.

Zwischen beiden steht eine sehr characteristische Uebergangsform. Hier ist ein Theil des Zellenterritoriums und zwar der, welcher den Kern umgiebt, von gröberen Vacuolen eingenommen, so dass hier das Protoplasma maschig erscheint; der Rest, d. h. der Theil, mit dem die Zelle an andere Zellen anstösst, wird von der homogenen oder blasskörnigen Masse eingenommen.

Grenze der Area pellucida gegen die Area opaca. — Aus einer Reihe oben mitgetheilter Befunde kann man ersehen, dass schon im Stadium des langen Primitivstreifens der Uebergang des Epithels der Area pellucida in das der Area opaca durch Zwischenformen vermittelt ist, und dass er sich in den bald darauf folgenden Stadien zu einem sehr allmählichen gestaltet. Die auf p. 312 von einer Keimscheibe von acht (neun) Urwirbeln geschilderten hohen Zellen sind deswegen interessant, weil sie, obwohl hoch, doch

in dem dichten Gefüge ihres Protoplasmas und in dem Mangel von Inhalt Merkmale besitzen, welche den Zellen der Area opaca eigen sind; sie stellen also Zellen dar, die in Gestalt der Area opaca, in Beschaffenheit aber der Area pellucida zugehören und sich dadurch recht eigentlich als eine Zwischenform anzeigen.

Dass der Uebergang am Seitenrande ein weit mehr allmählicher ist, als am vorderen und hinteren Rande, zeigen Flächenbilder, und Schnitte in beiden Richtungen bestätigen es. Noch bei einer Keimscheibe mit 13 (14) Urwirbeln (48 Std.) finde ich vorn und hinten den Uebergang sehr schnell sich vollziehend, hinten noch mehr als vorn. Dieses Präparat macht auch deutlich, wie es kommt, dass im Flächenbilde die beiden Epithelarten unvermittelt gegen einander abgesetzt zu sein scheinen können, während thatsächlich ein Uebergang vorhanden ist. Die Area opaca beginnt hier nämlich gleich mit einem Wulste und dieser Wulst hängt über.

Als ein Stadium, in dem die Ueberleitung der einen Epithelform in die andere eben beginnt, möchte ich die auf Fig. 1 der Taf. X abgebildete Keimscheibe mit noch nicht ausgewachsenem Primitivstreifen (27 Std.) anführen. Hier kann bei einigen Schnitten wirklich im strengsten Sinne davon gesprochen werden, dass der Uebergang durch eine Zelle vermittelt sei, indem die Grenzzelle nach der einen Seite zugespitzt, nach der anderen hoch ist und sich hier gleich an einen niedrigen Wulst anschliesst; auf anderen Schnitten derselben Keimscheibe stösst allerdings die äusserste flache Zelle der Area pellucida unvermittelt an den Wulst der Area opaca an.

Nach dem zweiten Tage steigert sich nicht etwa das Allmähliche des Ueberganges, sondern die Grenze von Area opaca und Area pellucida wird im Gegentheil schärfer. Daher kann ich, was ich in meiner Dissertation (p. 23) mit Rücksicht auf das Flächenbild des dritten Tages sagte, der Uebergang sei „ein plötzlicher, nur durch eine Zellenreihe vermittelt", nach neueren Präparaten bestätigen und für den zwölften Tag das Gleiche behaupten. Nur muss ich hinzufügen, dass am vierten Tage stellenweise doch ein mehr allmählicher Uebergang stattfindet, und dass am zwölften innerhalb der Area pellucida kleine Gruppen blasiger Zellen angetroffen werden, die zwar weit kleiner sind, als die Zellen der Area opaca, doch aber als ein Anklang an jene betrachtet werden können. Bei genauerem Zusehen liessen sich ohne Zweifel hier noch mancherlei Einzelheiten beibringen, die aber alle keine wesentliche Bedeutung haben können.

Das sich entwickelnde Dottersackepithel.

Ich habe mit Absicht die Schilderung des fertigen Zustandes vor die der Entwicklung gestellt. Jedes Organ können wir in seinem ausgebildeten Zustande teleologisch begreifen, d. h. wir können seinen Bau aus seiner Aufgabe heraus verstehen. Jeder Entwicklungsgang muss uns als ein Weg gelten, um zu diesem Endziele zu gelangen. Der Weg kann an Anfängen beginnen, welche aus dem Endziele an sich nicht verständlich sind, die wir vielmehr vergleichend morphologisch beleuchten müssen; es können sich in seinen Verlauf Umwege einschieben, welche vergleichend morphologisch erklärt werden müssen, aber wenn wir auf eine Berücksichtigung des reifen Zustandes ganz verzichten wollen, so werden wir das wichtigste leitende Moment verlieren und in willkürliche Deutungen verfallen. Die Geschichte der parablastischen Lehren stellt in dieser Hinsicht ein trauriges Kapitel dar, und es ist wohl gestattet, dem Erstaunen darüber Ausdruck zu geben, dass das Dottersackepithel, nachdem es schon klar beschrieben in der Litteratur vorlag, von jener Seite noch konnte bestritten werden. Dass ein Dottersack existirte, das war doch wohl nicht zu leugnen; dass dieser Dottersack ein Epithel haben werde, war anzunehmen; dass dieses Epithel, wenn es da war, auch gebildet werden müsse, war gewiss; und wo sollte es anders gebildet werden als in der Gegend des sogen. Keimwalles? Es mag auch heute noch gestattet sein, zu erörtern, ob Mesoderm vom Entoderm abgegeben werde, wie es von Gasser und von Zumstein geschah; dass die Blutzellen aus dem Keimwall hervorgehen, nehmen viele an, nicht nur Parablastiker; aber wenn ein Forscher das Dottersackepithel nicht erkennt oder das klar beschriebene nicht zu finden vermag, so stimmt mich das nicht günstig, ihm in jenen so viel schwierigeren Fragen Glauben zu schenken.

Dies geht in erster Linie auf Disse, welcher die durch v. Kölliker und mich in die richtige Bahn geleitete Auffassung des „organisirten Keimwalles“ (His) oder „Keimwulstes“ (letzteres in Kölliker's Sinne) gänzlich wieder verschob in einer Arbeit (5.), welche sodann eine der empirischen Grundlagen für die parablastische Lehre Waldeyer's (31.) abgab. Als ich meine Untersuchung der fraglichen Region anfing, beschäftigte mich natürlich auch die Frage, ob die feinen Linien im Keimwall mit den eckigen oder abgeplatteten Kernen, die ich in der „proximalen Zone“ traf, grossen blasigen Zellen mit an die Wand gedrückten Kernen oder kleinen zwischen den Dotterbestandtheilen gelegenen Zellen entsprächen, ob hier der Zustand des „Dotters in den Zellen“ oder der „Zellen im Dotter“ bestände. Ich erinnere mich noch lebhaft der Pein, die ich empfand, nicht zu einem sicheren Ergebniss gelangen zu können; und eben,

weil mir das unmöglich schien, wendete ich mich späteren Stadien zu, die denn auch die erwünschte Klarheit brachten. Nun ist es sonst Brauch der Untersucher, dass wenn sie eine Ansicht bestreiten wollen, sie ihre Nachuntersuchung nicht nur in gleich ausgedehnter, sondern in ausgedehnterer Weise auf das fragliche Objekt richten. Disse jedoch bestritt die blasigen Epithelzellen, ohne auch nur einen einzigen Schnitt, ich betone: einen einzigen Schnitt, von denjenigen Stadien gemacht zu haben, auf welche sich mein Urtheil in erster Linie stützte. Wenn Disse kernlose Blasen fand (p. 569), so erklärt sich das aus Schiefschnitten, und der Leser wird das verstehen, wenn er das, was über die Entodermwülste oben gesagt ist (p. 234 f.) berücksichtigt. Ich hätte dieses durch Disse angerichtete Missverständniss nicht erwähnt, wenn nicht die betreffende Arbeit als Grundlage des Waldeyer'schen Parablast-Aufsatzes und der Darstellung der Blutentwicklung im Hertwig'schen Lehrbuche eine unberechtigte Bedeutung erlangt hätte. Uebrigens wird man im Folgenden sehen, dass ich eine gewisse Strecke Weges in Disse's Gesellschaft bin.

Da wir nun mit dem einschichtigen Epithel eine einfache und klar erkannte Thatsache vor uns haben, so werden wir von hier aus rückwärts das Licht des Verständnisses auf die früheren Stufen der Entwicklung werfen. Wer nachher eine zusammenfassende Darstellung, etwa in einem Lehrbuche, giebt, dem ziemt es, von den Anfängen herab, scheinbar deducirend, die Vorgänge gerundet darzustellen.

Von dem einschichtigen hohen Epithele rückschreitend, kommen wir zu dem geschichteten Epithel, welches zwar in seinem Aufbau im Ganzen klar genug vor uns liegt, welches aber doch dem Verständnisse schon erhebliche Schwierigkeiten bereitet, wenn wir über die Abgrenzung der Zellen, und noch mehr, wenn wir über die Natur der Einschlüsse in's Reine kommen wollen.

A. Das geschichtete Epithel. — Das geschichtete Epithel ist die besondere Formation der Innenzone des Dotterhofes. Um diesem Satze seine richtige Abgrenzung zu geben, müssen wir die Berechtigung desselben nach beiden Seiten hin untersuchen und fragen, erstens, ob geschichtetes Epithel auch im Gefässbezirke der Area opaca vorkomme (von der Aussenzone des Dotterhofes soll einstweilen noch nicht gesprochen werden); zweitens, ob einschichtiges Epithel sich auch in der Area vitellina finde.

Auf die erste dieser beiden Fragen ist zu antworten, dass in früheren Stadien sich geschichtetes Epithel auch in den distalen Abschnitten des Gefässbezirkes findet, und dass es in früheren und spä-

teren Stadien über dem Randtheile des Mesoderms, in dem schon erwähnten (p. 310) Grenzwulste sich findet; vielleicht erhält es sich hier bis zur Verwachsung der bindegewebigen Wand des Dottersackes am distalen Pole; wenigstens habe ich, wie schon angeführt, (p. 301) am zwölften Tage noch auf dem Bindegewebsringe, der den Mesodermrand bildet, geschichtetes Epithel getroffen.

Auf die andere Frage ist zu antworten, dass einschichtiges Epithel in der Innenzone der Area vitellina gelegentlich vorkommt, nämlich dann, wenn auch das Epithel über dem Mesoderm-Rande einschichtig ist, dass aber diese Fälle so selten sind, dass man keine Varianten des gewöhnlichen Vorkommens, sondern nur Ausnahmen von der Regel erblicken kann.

Ich muss bemerken, dass es nach meinen Erfahrungen meistens sehr schwer und oft unmöglich ist, die Grenzen der Zellen genau festzustellen, und dass daher der zweite meiner Sätze der Kritik eine breite Angriffsfläche bietet. Ich möchte dies nicht verdecken, sondern im Gegentheil hervorheben, dabei aber auch bemerken, dass sich meine Behauptung auf eine die ganze Entwicklung umfassende Betrachtung und ein umfangreiches Material stützt, aus welchem ich hier einiges Weitere vorlege.

Nicht ausgewachsener Primitivstreifen (27 Std.). — Die in Fig. 1 und 2 der Taf. X wiedergegebene Keimscheibe zeigt die schon erwähnten (p. 235) Wülste am inneren Rande der Area opaca und jenseits derselben diesen Hof flach. Wie ich schon andeutete, erinnert dieses Verhältniss an das Bild, welches uns späterhin der „Grenzwulst" mit der distal davon gelegenen Innenzone des Dotterhofes bietet. Wenn daher auch eine solche Keimscheibe, wie ich sie in Fig. 1 abgebildet habe, selten sein mag — ich selbst habe so ausgeprägte Wülste in dem Stadium des Primitivstreifens nur dies eine Mal gesehen —, so sehe ich sie doch nicht als abnorm an, sondern ich glaube, dass uns hier ein ganz normales Verhältniss nur in frühzeitiger und ungewöhnlich deutlicher Weise entwickelt entgegentritt. Die Wülste nun bestehen aus geschichtetem Epithel, aus rundlichen oder polygonalen Zellen; sie sind drei bis vier Zellen hoch, die Kerne sind innerhalb der Wülste in gleichmässiger Vertheilung. Die Ausdehnung der gewulsteten Zone in radiärer Richtung ist etwa zwölf Zellenbreiten. Distal anschliessend sinkt das Epithel auf halbe Höhe und ist hier noch deutlich geschichtet, dann aber nimmt die Dicke des Epithels so sehr ab, dass von einer Schichtung nicht mehr gesprochen werden kann.

Keimscheibe mit 1 Urwirbel (25 Std.). — Ueber dem Mesodermrande ist das Epithel geschichtet und diese Schichtung erhält sich unvermindert distal davon.

Keimscheibe mit vier Urwirbeln (31—32 Std.). — Die Schnitte sind durch den Dotterhof in radiärer Richtung gemacht; der Dotterhof gehört der in Fig. 23 der Taf. XII abgebildeten Keimscheibe an. Das Epithel in der Innenzone ist anfangs niedrig, dann erhebt es sich zu einem flachen Wulst, dann wird es allmählich niedriger bis zu starker Verdünnung.

Der Wulst ist nur als eine unwesentliche Erscheinung, als eine Unregelmässigkeit aufzufassen. Er ist bedingt weniger durch Vermehrung der Zellenlagen, denn es finden sich nur drei derselben übereinander, als durch Vergrösserung der einzelnen Zellen. Ich will hier gleich bemerken, dass ich auch am dritten Tage derartige Unregelmässigkeiten gefunden habe. In dem Flächenbilde der dann sehr dünnen und durchscheinenden Haut erscheinen sie als „Milchflecke", auf dem Schnitt zeigen sie sich sehr flach. v. Kölliker spricht von diesen Wülsten und giebt eine Abbildung davon (Lehrbuch Fig. 103); ich muss aber bemerken, dass an meinen Präparaten die Wülste immer durch verhältnissmässige Grösse der Zellen, indirekt also durch ungewöhnliche Ansammlung von Inhalt bedingt waren, und dass die Abbildung, welche v. Kölliker giebt, auf der man kleine Zellen ohne bestimmt angegebenen Inhalt sieht, zu meinen Erfahrungen nicht stimmt.

In dem dünnen Anfangstheil unseres Schnittes ist das Epithel zweischichtig, in dem Wulst dreischichtig, distal davon zweischichtig, stellenweise aber auch dreischichtig. Diese Darstellung bedarf noch einer näheren Erläuterung, welche für manche der anderen Präparate gleichfalls gilt. Was man zunächst deutlich auffindet, sind natürlich die Kerne. Diese liegen erstens in fortlaufender Reihe aussen, d. h. dem Ectoderm zugewendet; zweitens aber ebenso in fortlaufender Reihe innen, d. h. dem Dotter zugewendet, oft aber auch dazwischen, also in einer intermediären Zone. Wenn ich aber von einer zweischichtigen, bezw. dreischichtigen Lagerung der Zellen und nicht nur der Kerne spreche, so bedarf das noch einer Begründung, welche ich weiter unten versuchen werde zu geben. Die zweischichtige Anordnung wird nun in unserem Präparate hartnäckig festgehalten, selbst an den dünnsten Stellen des Epithels. Hier platten sich die Kerne ab und erscheinen elliptisch; und indem das Protoplasma, um die Kerne vorwiegend angehäuft, einen Hof bildet, und dieser sich mit den Kernen streckt, können wir zu der Meinung verleitet werden, spindelförmige oder langgezogene sternförmige Zellen vor uns zu haben, eine Meinung, die allerdings durch die Betrachtung des Flächenbildes sehr schnell ihre Verbesserung erfahren muss, da wir dann rundliche oder polygonale Zellen treffen, die eben nur im Durchschnitt spindelförmig erschienen, wie ja an-

dere abgeplattete Zellen auch. Einschlüsse sind in den Zellen der distalen Abschnitte fast gar nicht vorhanden; in dem Wulst sind alle Zellen mit Ballen gefüllt, und ebenso in dem distal anstossenden Theil; proximal sind die Zellen weniger voll.

Keimscheibe mit 5 Urwirbeln (30 Std.). — Das Epithel ist über dem Mesodermrande geschichtet, ohne einen Grenzwulst zu bilden; in den zunächst anstossenden Theilen der Area vitellina bleibt die Dicke gleich und erhält sich die Schichtung.

Keimscheibe mit 8 (9) Urwirbeln (31 Std.). — Der Befund ist genau der gleiche. Auch die Einschlüsse der Zellen sind in den Theilen des Dotterhofes, welche sich an den Gefässbezirk zunächst anschliessen, die gleichen wie dort.

Keimscheibe mit 9 Urwirbeln (42 Std.). — Das Verhalten ist rechts und links nicht das Gleiche; auf der einen Seite ist das Epithel über dem Mesoderm-Rande einschichtig, obwohl es proximal davon geschichtet war, und bleibt auch einschichtig in den zunächst folgenden Theilen der Area vitellina, dann aber wird es geschichtet und dabei höher; auf der anderen Seite ist dagegen das Epithel über dem Mesoderm-Rande geschichtet und das Gleiche trifft man in der Area vitellina, wo es zugleich an Höhe etwas zunimmt und vier Kernreihen übereinander zeigt. Ein Grenzwulst fehlt. Ballen sind sowohl in dem Gefässbezirke, wie in der Area vitellina fast in allen Zellen vorhanden.

Keimscheibe mit 13 (14) Urwirbeln (48 Std.). — Während in meinen übrigen Angaben von den Seitenschnitten der Keimhaut gesprochen wird, liegen hier Längsschnitte vor. An ihnen erscheint in Mittellinie vorn über dem Mesoderm-Rande ein Wulst und geschichtetes Epithel, davor wird das Epithel niedriger, bleibt aber zweischichtig, und dieses niedrige Epithel nimmt nach sieben Zellenbreiten steigend an Höhe und Zahl der Schichten zu; hinten ist das Epithel über dem Mesoderm-Rande geschichtet, aber ohne einen Wulst zu bilden, dann wird es niedrig, bleibt aber zwei- bis dreischichtig. Als Inhalt findet man vorn in den Zellen des Grenzwulstes kleinere, in denen des Dotterhofes grössere Ballen; hinten sowohl im Gefässbezirke wie im Dotterhof nur kleine und spärliche Inhaltskörper.

Keimscheibe mit 15 (16) Urwirbeln. — Auch hier ist das Verhalten rechts und links nicht das gleiche. Auf der einen Seite ist das Epithel in einem Theile des Gefässbezirkes geschichtet, so auch über dem Mesoderm-Rande, wo es etwas höher wird und einen schwachen Grenzwulst bildet; in der Area vitellina ist es gleichfalls geschichtet und ist zuletzt, nachdem es sich ganz allmählich erniedrigt hat, zweischichtig. Auf der anderen Seite fehlt der Grenz-

wulst, bleibt die Höhe des Epithels in der Area vitellina die gleiche, ja sie nimmt noch etwas zu, so dass hier sechs Kernreihen über einander liegen. Die Erfüllung der Zellen mit Inhalt ist in dem Epithel der Randzone und ebenso der angrenzenden Theile der Area vitellina eine reichliche.

Keimscheibe vom letzten Viertel des zweiten Tages. — Diese Keimscheibe, von der an früherer Stelle (p. 310) schon gesprochen wurde, zeigt über der Randvene einen Grenzwulst mit unregelmässigen, durch gruppenweises Vortreten von Zellen bedingten Erhebungen, in denen die Kerne bis zu sechs Reihen liegen. Das sich anschliessende Epithel der Area vitellina ist ziemlich dick, dann nimmt es weiter ab, bleibt jedoch geschichtet. Als Inhalt treffen wir grosse Ballen reichlich in der distalen Hälfte des Grenzwulstes und in den angrenzenden Theilen der Area vitellina, dann nehmen diese Ballen an Zahl ab, finden sich aber immer noch vereinzelt, kleinere dazwischen.

Keimscheibe von zweiundzwanzig Urwirbeln (52 Std.). — Der Grenzwulst fehlt. Auf der Vena terminalis ist das Epithel einschichtig, ebenso in den angrenzenden Theilen der Area vitellina. Auch die Erfüllung der Zellen mit Ballen ist die gleiche.

Innenzone des Dotterhofes von zwei Tagen und einundzwanzig Stunden. — Das Epithel ist sehr dünn aber geschichtet.

Drei Tage und zwanzig Stunden. — Der Grenzwulst fehlt gänzlich; das Epithel wird in der Area vitellina ganz allmählich höher und hat auch schon neben dem Mesodermrande eine bedeutende Höhe. Die Epithelzellen sind in den distalen Abschnitten des Gefässbezirkes sehr schmal und hoch; in dem Randgebiete selbst ist das Epithel geschichtet, und es bleibt so in der Area vitellina. Alle diese Zellen, sowohl die in den Randtheilen des Gefässbezirkes als die in der Area vitellina sind so dicht mit Inhalt erfüllt, dass die zellige Abgrenzung schwer zu erkennen ist; aber man trifft hier keine grossen Ballen, sondern nur mittelgrosse und kleine Tropfen oder Körner.

Der letztgeschilderte Befund ist so abweichend von allem Vorausgehenden, dass ich bedauere, die Entwicklung der Innenzone nicht weiter verfolgt zu haben, um zu erfahren, ob nur eine individuelle Eigenthümlichkeit vorlag, oder ob mit diesem Stadium Aenderungen einsetzen.

Im Uebrigen aber sind die Befunde derartig, dass sie innerhalb des Zeitraumes, den sie umfassen, keine Entwicklung von einer niederen zu einer höheren Stufe zeigen, sondern nur Schwankungen um einen gewissen Grundtypus herum, den wir uns bemühen müssen, aus der Variation herauszuheben. Als charakteristisch be-

zeichnen wir nur das eine, dass dies Epithel geschichtet ist, und dass wir an ihm Zellen der äusseren und inneren Fläche und intermediäre Zellen unterscheiden. Das geschichtete Epithel aber setzt sich auf den Randtheil des Gefässbezirkes fort, wo es häufig, aber nicht immer, einen Grenzwulst bildet. In dem Grenzwulst erkennen wir diejenige Zone, innerhalb derer das Epithel noch geschichtet ist, die Zellen sich aber strecken und sich vorbereiten, zu den langen Zellen des einschichtigen Epithels zu werden. Die Dicke des Entoderms in der Innenzone der Area vitellina finden wir verschieden und zwar in Abhängigkeit von der Erfüllung der Zellen mit Inhalt. Diese ist am zweiten und dritten Tage zum Theil auffallend gering, was sich aber einigermassen begreifen lässt, da diese Zellen nicht an den Dotter, sondern an die Flüssigkeit des perilecithalen Spaltes anstossen. Noch mehr verständlich wird die Spärlichkeit des Inhalts aus der Thatsache, dass die Entodermzellen in dieser Zeit, wo sie vielleicht keinen, jedenfalls aber nur wenig Dotter aufnehmen, sich stark vermehren. Auf eine solche Vermehrung kann man schon aus dem intensiven Flächenwachsthum schliessen, wir können sie aber aus den Mitosen direkt abnehmen, und ich will über die letzteren einiges mittheilen.

v. Kölliker bemerkt mit Recht (Lehrbuch p. 177), „dass das Flächenwachsthum der drei Keimhäute nicht an einer bestimmten Stelle seinen Sitz habe, wie etwa am Rande, sondern in allen Theilen derselben vor sich gehe.“ Von dem Rande werde ich weiter unten sprechen (p. 331); hier rede ich nur von den Mitosen in der Innenzone des Dotterhofes. Diese finden sich am zweiten nnd dritten Tage zahlreich und sind hier um so leichter aufzufinden, da ja durch die geringe Dicke der Haut und die schwache Erfüllung der Zellen mit Inhalt die Schwierigkeiten fortfallen, welche uns bei der Aussenzone des Dotterhofes entgegenstehen. Die Mitosen finden sich in unregelmässiger Vertheilung. Ihre Aequatorialplatte steht senkrecht, sonst aber in keiner bestimmten Richtung. Die Zellen, in welchen sich Mitosen finden, sind verhältnissmässig klein, scharf begrenzt, gerundet, und ihr Protoplasma ist nicht weitmaschig, wie das der übrigen. In der Regel sind diese Zellen leer, doch soll ausdrücklich bemerkt werden, dass Inhaltskörper und Vacuolen zuweilen auch in Zellen mit Mitosen gefunden werden.

Wenn wir diese reichliche Zellenvermehrung in der Innenzone der Area vitellina berücksichtigen, und annehmen, was vielleicht berechtigt ist, dass während der Zeit, wo das Epithel an den perilecithalen Spalt anstösst, die Aufnahme des Dotters stockt, so wird es wohl begreiflich, dass wir eine Formation antreffen, die so auf-

fallend arm an Inhalt ist; und das ist sie in der That, wenigstens in weiten Abschnitten.

Ueber die Art des Inhaltes sei hier nach einem Osmiumpräparat der Innenzone einer Keimhaut von 54 Stunden Folgendes bemerkt. Die Einschlüsse bestehen erstens in Ballen, deren grössere ungefähr alle von gleicher Form sind, dicht und leicht körnig, zweitens in kugligen Tropfen, die weit kleiner sind als die Ballen. Die Ballen ändern ab nach Grösse und Aussehen, die Tropfen gehen hinab bis zu dem kleinsten Volum. Die Ballen erscheinen am Präparate bräunlich gelb; oft geschwärzt, wo dann zuweilen eine gelbe Ecke hervorschaut, so dass man das Schwarz als von einem Ueberzuge bedingt ansehen kann; die Tropfen erscheinen schwarz oder schwarzbraun. Wahrscheinlich wird man die Ballen auf den eiweissartigen, die Tropfen auf den fettartigen Bestandtheil des Dotters zurückführen dürfen.

Zum Schlusse dieser Betrachtung ist nun noch zu berücksichtigen, ob wirklich in der Innenzone eine zellige Abgrenzung vorhanden, und ob wirklich das Epithel geschichtet sei. Wenn man Flächenpräparate dieses Epithels vom zweiten Tage betrachtet, so bemerkt man sehr oft an denjenigen Stellen, wo der Inhalt spärlich ist oder fehlt, ein zierliches, ziemlich weitmaschiges Netz scharf erkennbarer protoplasmatischer Fäden, in welchem aber Zellengrenzen zu fehlen scheinen. In Wahrheit haben die letzteren das gleiche Aussehen wie die Protoplasmafäden und sind daher kaum erkennbar. Wer aus einem solchen Präparate, welches ihm ausserhalb jeden Zusammenhanges vorgelegt würde, ein netzartiges Plasmodium mit gleichmässig vertheilten Kernen diagnosticiren würde, verdiente keinen Tadel; wer aber das Object aufsucht, um über dasselbe zu urtheilen und andere zu belehren, der übernimmt die Pflicht, die Fragen in ihrer Gesammtheit zu erfassen, nebenliegende Theile zu würdigen und einen Gang der Entwicklung aufzufinden. Ich nun urtheile nach Wägung alles mir zugängigen Materiales, dass die Innenzone des Dotterhofes von abgegrenzten Epithelzellen durchaus aufgebaut sei, ich schliesse es zum Theil, zum Theil aber sehe ich es, und darüber will ich noch einiges mittheilen.

Silberbilder vom sechsten und vierten Tage — leider habe ich keine früheren gemacht — zeigen die zellige ununterbrochene Abgrenzung deutlich, die Zellen vielfach klein; weniger eckig polygonal wie innerhalb des Gefässbezirkes, vielmehr mit Neigung zur Abrundung, so dass zuweilen kleine Lücken entstehen, durch welche man zwischen benachbarte Zellen hineinblicken kann. Am vierten Tage sind auch an gefärbten Präparaten die Grenzen zum Theil äusserst scharf, namentlich an Stellen, wo die Zellen klein und arm an Inhalt

sind. Auch auf Durchschnitten sieht man am zweiten und dritten Tage die Zellengrenzen oft scharf, und man erkennt dann, dass die Zellen blasig und rundlich sind.

Die Schichtung des Epithels aber ist theils aus der oben beschriebenen Lagerung der Kerne zu schliessen, theils unmittelbar zu sehen, und es platten sich an dünnen Stellen die Zellen oft lieber ab, als dass sie die Schichtung aufgeben. Das hindert jedoch nicht, dass eine Zelle, welche einen grossen Ballen als Inhalt umschliesst, durch die ganze Dicke des Epithels hindurchreicht.

B. Entstehung des Dottersackepithels. — Die weitere Untersuchung, d. h. die der Entwicklung des Dottersackepithels, kann auf zwei Weisen erfolgen; erstens kann man eine bestimmte Stelle, nämlich den proximalen Rand der Area opaca, im Auge behalten und feststellen, welche Bildungen hier nacheinander auftreten — Untersuchung der zeitlichen Folge; zweitens aber kann man in einem weiter vorgerückten Stadium der Entwicklung die in dem peripherischen Theile der Keimhaut nebeneinander liegenden Stufen betrachten — Untersuchung der räumlichen Folge. Die Ergebnisse beider Untersuchungen muss man erwarten, oder, um mich vorsichtiger auszudrücken, darf man hoffen, in Uebereinstimmung zu finden, da ja die Randtheile der Keimhaut die jüngsten sind und daher die Zustände wiederholen, welche am Innenrande der Area opaca früher bestanden. Die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, müssen sich die eine und die andere Untersuchung gegenseitig controliren und ergänzen; es würde sich aber immer die Untersuchung des Nebeneinander d. h. der späteren Stadien besonders empfehlen, weil ja hier die Keimhaut eine grössere Ausdehnung gewonnen hat, und daher die einzelnen Phasen der Entwicklung über grössere Räume auseinandergezogen sind, während sich bei der ersten Entwicklung alles auf engem Raume drängt.

Die Annahme ist jedoch, wenn ich die mikroskopischen Bilder richtig deute, nicht erlaubt; d. h. es ist nicht zutreffend, dass an den Randtheilen älterer Keimhäute sich die gleichen Zustände des Dotterentoblasten finden, welche die erste Bildung desselben einleiteten.

Ueber die Zustände der ersten Bildung kann ich auf Grund von eigenem Material nicht völlig genau urtheilen, indessen bestimmt mich das, was ich gesehen habe und vor allem der Vergleich mit Amphibien und Reptilien, eine Auffassung anzunehmen, welche von verschiedenen Seiten geäussert ist, die, dass schon bei der Furchung eine Anzahl von Kernen (mit Protoplasma natürlich) in den Dotter hineingelangt, welche später durch zellige Abgliederung zur Bildung von „Dotterzellen", den Vorläufern von Dotterentoblastzellen, führen.

Man kann den dabei stattfindenden Vorgang einer verzögerten Zellenabgliederung in gewissem Sinne als „secundäre Furchung“ bezeichnen; ich sage ausdrücklich: in gewissem Sinne, da ja dieser Ausdruck in verschiedenem Sinne gebraucht wird. Man könnte daher vielleicht besser das Wort „Dotterfurchung“ anwenden, womit auch schon eine Beziehung auf das Dotterorgan ausgedrückt wäre. Diese Dotterfurchung („Dottertheilung“) ist für das Huhn von Götte behauptet (9) und von Rauber (21) angenommen worden; vor allem aber hat Duval zur Kenntniss derselben den sicheren Grund gelegt, indem er (7) die Vertheilung der Kerne im Boden der subgerminalen Höhle und im Dotterwall („Keimwall“ His) genauer topographisch ermittelt hat.

Dieser Vorgang der Dotterfurchung findet aber, wenn meine Deutung der mikroskopischen Bilder richtig ist, sehr bald ein Ende, und wird durch einen andern Vorgang ersetzt, bei welchem die Entoblastzellen gebildet werden, bevor sie mit dem Dotter in Berührung treten. Natürlich muss ein solcher Dualismus befremden, und bei Jedermann der Wunsch einer einheitlichen Auffassung sich geltend machen. Daher werden auch diejenigen, welche ein freies Vorwachsen des Entoblasten unabhängig vom Dotter vertreten, wie v. Kölliker, der Dotterfurchung nicht günstig sein; andere, welche die Bedeutung der Dotterfurchung bei niedrigeren Wirbelthieren aus der Litteratur oder aus eigener Anschauung kennen, werden umgekehrt geneigt sein, ihr eine sehr weitgehende Bedeutung zuzumessen, wie z. B. Duval diesen Vorgang einer „secundären Furchung“ im Anschluss an die Ausbreitung des „Dotterentoblasten“ bis zu völliger Umschliessung des Dotters fortgehen lässt. Hier mag nebenbei erwähnt werden, dass die „secundäre Furchung“ Duval's ein ganz anderer Vorgang ist, sowohl in seiner Erscheinung als in seiner geweblichen Bedeutung, wie die secundäre Furchung Waldeyer's (31). Ich, wennschon ich mich über die erste Entstehung des Dottersackentoblasten nicht geäussert habe, hielt doch für mich die Köllikersche Anschauung wegen ihrer Einfachheit, und deswegen, weil sie zu den späteren Stadien so gut passte, für die richtige und würde mich schwer entschlossen haben, der Dotterfurchung Bedeutung beizumessen, wenn nicht für letztere andere, weit klarere Beispiele bei Amphibien und Reptilien vorlägen.

Von Amphibien ist hier Ichthyophis heranzuziehen, bei dem, wie F. und P. Sarasin auf's Klarste dargestellt haben (24), sich die Kerne allmählich im Dotter ausbreiten, die zellige Gliederung aber immer erst einige Zeit später eintritt, bis dieselbe schliesslich den gesammten Dottersack ergriffen hat. Die Vermittelung von hier zu den Vögeln liefern die Reptilien, und es sind vor allem die Mit-

theilungen von Strahl (26) über Lacerta heranzuziehen, welche allerdings den Zeitpunkt der vollzogenen zelligen Abgliederung nicht völlig genau angeben, aber doch mit genügender Deutlichkeit und für mich, angesichts eigener Erfahrungen, überzeugend darthun, dass bei Lacerta die Dotterfurchung in ausgedehnter Weise zur Verwendung gelangt. Im Besonderen sei hier erwähnt, dass der Boden der subgerminalen Höhle in seiner ganzen Ausdehnung der Sitz eines derartigen Vorganges ist, während beim Huhn an genannter Stelle zwar der gleiche Process sich abspielt, jedoch wie Duval dargestellt hat (7. p. 35) in beschränkter Weise und wesentlich in den Randtheilen. Auch entwickeln sich aus dieser Furchung am Boden der subgerminalen Höhle und erhalten sich bei Ichthyophis und bei Lacerta „Dotterzellen", die späterhin zu Dottersackepithelzellen sich umbilden; wogegen beim Huhn die im Boden der Höhle entstehenden Zellen zwar in die Höhle eintreten, jedoch, ohne weiter eine Rolle gespielt zu haben, zu Grunde gehen. Diese bei Amphibien und Reptilien beschriebenen Vorgänge sind es vor allem, welche bei mir das Bedenken dagegen zurückgedrängt haben, dass auch beim Huhne die Dotterfurchung bestehe, dass auch hier „Dotterzellen" durch verzögerte Furchung gebildet werden. Aber, wenn ich die mikroskopischen Bilder richtig deute, so ist dieser Vorgang beschränkt und wird bald durch einen anderen ersetzt, bei welchem die Entoblastzellen erst gebildet werden, bevor sie mit dem Dotter in Berührung treten und dadurch „Dotterentoblastzellen" werden.

Es widersteht mir, wie jedem, anzunehmen, dass die gleiche gewebliche Formation auf zwei principiell verschiedenen Wegen sollte gebildet werden. Daher erwarte ich auch, dass sich zwischen beiden Vorgängen eine Vermittelung werde finden lassen. Bevor man jedoch an letztere herangeht, muss man das Thatsächliche erst genau kennen, und ich will nun schildern, was ich von der Entstehung des Dottersackepithels in den Randtheilen der schon etwas weiter entwickelten Keimhaut glaube erfahren zu haben.

Wenn man die Area opaca einer etwas fortgeschrittenen Keimscheibe untersucht, so kann man an derselben sechs Abschnitte unterscheiden:

1. den Keimhautrand,
2. die Region des flachen Entoblasten,
3. die Region des in den Dotter eindringenden Entoblasten,
4. die Region des gleichmässig im Dotter verbreiteten Entoblasten.
5. die Region des geschichteten Epithels,
6. die Region des einschichtigen Epithels.

Die erste dieser Regionen ist durch ihren Namen gekennzeichnet; die zweite, dritte und vierte trifft man in der Aussenzone des Dotterhofes, die fünfte in der Innenzone des Dotterhofes und im Grenzwulste des Gefässbezirkes, die sechste in dem Rest des Gefässbezirkes. Die dritte kann man im Anschlusse an die Bezeichnungsweise von His der Formation des „sich organisirenden", die vierte der Formation des „organisirten Keimwalles" gleichstellen.

Von der fünften und sechsten Region ist bereits gesprochen; es bleiben also vier. Von diesen ist die erste, die Region des Keimhautrandes, gut abgegrenzt, die drei folgenden gehen ohne scharfe Scheidung in einander über, doch ist es zweckmässig, die verschiedenen Stufen des Vorganges durch Namen zu trennen. Die vierte Region ist gegen die fünfte gleichfalls bei der Untersuchung von Schnitten nicht scharf zu scheiden, weil, wie oben angeführt wurde, (p. 324) die Erkennung der Zellengrenzen in der Innenzone der Area vitellina oft Schwierigkeiten macht. Es ist also schwer zu entscheiden, wann die Formation des geschichteten Epithels vollendet ist, mit anderen Worten, wann an die Stelle des Zustandes, den wir mit den Worten: „Zellen im Dotter" bezeichnen können, der andere getreten ist, bei dem wir von „Dotter in den Zellen" sprechen können. Hier jedoch hilft uns ein makroskopisch nachweisbares Merkmal über die Schwierigkeit fort, nämlich das Auftreten des perilecithalen Spaltes.

Der perilecithale Spalt, von dem schon gesprochen wurde (p. 233), breitet sich im Anfange, wie v. Baer schildert (2 p. 10), zum Theil durch Vermittelung ringförmiger, mit Flüssigkeit erfüllter Spalten aus, welche dann mit ihm zusammenfliessen und auf diese Weise zu seiner Vergrösserung beitragen. Das Auftreten solcher peripherischer Spalten scheint mir anzuzeigen, dass die Flüssigkeit in loco gebildet und nicht von einem centralen Punkte, etwa von der subgerminalen Höhle aus, peripheriewärts ausgebreitet wird; womit jedoch die Betrachtung nicht abgeschnitten sein soll, dass späterhin das fertige Epithel, unterstützt durch das in den Gefässen kreisende Blut, gleichfalls und vielleicht in viel ausgiebigerer Weise diesen Flüssigkeits-Erguss zwischen Keimhaut und Dotter besorgt.

Der perilecithale Spalt ist natürlich bei seinem Auftreten ausserordentlich schmal. Trotzdem kann man sich aber makroskopisch sehr leicht von seiner Anwesenheit und seiner Ausdehnung überzeugen. Denn soweit er reicht, lässt sich die Keimhaut — sei es im frischen Zustande, sei es nach vorausgegangener Einwirkung fixirender Flüssigkeiten — glatt und ohne Verletzung abheben. Das ist aber nicht der Fall in der Aussenzone des Dotterhofes. Hier beobachtet man vielmehr Folgendes: wenn eine fixirende Flüssigkeit

kurze Zeit eingewirkt hat, so dass nur das Ectoderm und eine dünne Schicht des Dotters von ihr getroffen sind, so behält man beim Ablösen eine Schicht von Dotter am Präparat; wenn dagegen die fixirende Flüssigkeit länger eingewirkt hat, so dass der Dotter auf grössere Tiefe von derselben getroffen ist, so erhält man in der Aussenzone des Dotterhofes nur ein ganz dünnnes Häutchen, d. h. das Ectoderm mit Spuren von anhaftendem Dotter und Resten von Entoblastzellen. Niemals aber gelingt es, die Keimhaut vom Dotter zu trennen; es kann auch gar nicht gelingen, weil Dotter und Keim innerhalb der Aussenzone nicht von einander gesondert sind, sondern sich gegenseitig durchdringen.

Die mit Flüssigkeit gefüllten Spalten sind vermuthlich nicht die ersten Stadien im Auftreten von Flüssigkeit. Denn bevor es zu solchen mit freiem Auge wahrnehmbaren Ansammlungen kommen kann, müssen feinere mikroskopische Ansammlungen stattgefunden haben, und wir werden annehmen dürfen, dass kleine mit Flüssigkeit erfüllte Spalten in der Rindenschicht des Dotters auftreten. Welche Kräfte dabei wirken, ist nicht völlig sicher. Ohne Zweifel dürfen wir den Ectodermzellen eine Rolle zusprechen; wir dürfen annehmen, dass sie, die auch späterhin die Resorption des Eiweisses besorgen, schon jetzt dem Eiweiss Wasser entziehen; ob sie es aber unmittelbar in den Dotter ausscheiden, oder ob die Entoblast-Zellen an der Abscheidung betheiligt sind, muss dahingestellt bleiben.

Für die Durchsetzung der Rindenschicht des Dotters mit feinen von Flüssigkeit erfüllten Spalten in der Aussenzone des Dotterhofes haben wir ein makroskopisches Merkmal, nämlich das fleckige, weissliche, zerfressene Aussehen des Dotters im Gegensatze zu der gleichmässig gelben durchscheinenden glatten Beschaffenheit unveränderten Dotters. Es ist bekannt, wie sehr das Aussehen einer homogenen durchscheinenden Substanz geändert wird durch Beimischung einer zweiten Substanz von anderem Lichtbrechungsvermögen, die sich nicht mit der ersten zu verbinden vermag, sondern mit ihr eine Emulsion bildet. Wenn man Dotter mit Wasser oder Kochsalzlösung zusammenschüttelt, so nimmt er eine vollkommen weisse Farbe an, doch kann man ihm seine gelbe Farbe dadurch wiedergeben, dass man das Wasser verdunsten lässt. Aus der Farbe kann man also nicht schliessen, dass eine bestimmte Stelle die Beschaffenheit des „weissen Dotters“ im histiologischen Sinne hat; so ist auch der Dotter, den wir in der Aussenzone des Dotterhofes am zweiten Tage treffen, kein „weisser Dotter“, obwohl er makroskopisch so aussieht. Der weisse Dotter vermehrt sich nicht mit der Entwicklung, und daher tritt die Keimhaut, nachdem sie die Region des weissen Dotters überschritten hat, in gelben Dotter ein

— histiologisch gesprochen, obwohl der letztere durch das Auftreten feiner mit Flüssigkeit erfüllter Spalten eine weissliche Farbe angenommen hat.

Die angeführten Ergebnisse der makroskopischen Beobachtung dürfen wir nicht aus den Augen lassen, weil uns dadurch gewisse Züge bekannt werden, die wir bei der mikroskopischen Beobachtung sehr leicht übersehen, ja nicht einmal sicher beurtheilen können, auch wenn wir auf sie achten. Die feinen intravitellinen Spalten lassen sich am mikroskopischen Präparate gar nicht sicher beurtheilen, weil, wie früher gesagt, der Dotter bei der Vorbereitung zur Herstellung von Schnitten unter dem Einfluss des Alcohols unfehlbar etwas schrumpft, und daher auch so schon Spalten auftreten. Selbst den perilecithalen Spalt könnten wir an Schnitten nicht sicher erkennen, wenn sich derselbe nicht durch ein feinkörniges Gerinnsel verriethe.

In der Fig. 20 meiner Tafel XI ist ein radiärer Durchschnitt durch die Area opaca einer 24 Stunden gebrüteten Keimhaut bei zwölffacher Vergrösserung dargestellt; der obere Rand in der Figur bezeichnet das Ectoderm, der untere Rand ist unterbrochen; links, soweit die Linie p. S. reicht, findet sich unter dem Entoblasten der perilecithale Spalt, rechts bezeichnet die punktirte Linie im Dotter die Grenze, bis zu welcher Zellen in den Dotter vorgedrungen sind. Diese Linie endigt bei den beiden Punkten a und b, welche nur deswegen besonders aufgenommen sind, um die Lage der Zellen anzugeben, welche in Fig. 21 und 22 dargestellt sind. Doch ist die Lage der Punkte a und b beachtenswerth; b liegt in der Flucht der Linie p. S., a dagegen ist noch etwas weiter gegen den Dotter vorgeschoben. Später wird davon wieder die Rede sein. Die Zahlen 1 bis 5 bezeichnen die aufeinander folgenden Stufen der Entwicklung vom Keimhautrande bis zum geschichteten Epithel. Striche, welche die einzelnen Regionen gegen einander abtheilen, geben die Breite derselben an.

Die Entstehung des Dottersackepithels soll nun in zwei Unter-Abschnitten besprochen werden.

I. Der Keimhautrand und die Region des flachen Entoblasten. — Die Region des flachen Entoblasten, wie ich sie kurz nenne, die aber besser die „Region des noch nicht in den Dotter eingedrungenen Entoblasten“ hiesse, muss mit dem Keimhautrande zusammen behandelt werden aus einem praktischen Grunde, nämlich weil man bei der geringen Breite beider schon von der zweiten zu sprechen genöthigt ist, wenn man die erste darstellen will.

Der Keimhautrand erfreute sich eine Zeit lang lebhafter Beach-

tung, nämlich damals, als man in ihm den Rand des „Urmundes“ der Vogelkeimscheibe sah. Damals widmete ihm Rauber (21) eine besondere Besprechung. Nachdem man sich jedoch geeinigt hatte, den Urmund in dem Primitivstreifen zu finden, wurde der Keimhautrand zum „Umwachsungsrande“ degradirt und verfiel so ziemlich der Vergessenheit, ohne dass leider die Zeit seiner Berühmtheit hingereicht hätte, eine genaue Kenntniss über ihn zu erwerben.

Es giebt über den Keimhautrand zwei Ansichten; nach der ersten wird er nur vom Ectoderm gebildet, während das Entoderm erheblich zurückbleibt; nach der anderen reicht das Entoderm bis an den Rand, bez. bis in die unmittelbare Nähe desselben. Als Vertreter der ersten Ansicht ist Duval, als Vertreter der zweiten sind von Kölliker und Rauber zu nennen.

Duval legt seiner Beschreibung die Verhältnisse des dritten Tages zu Grunde (6. p. 209—212 und Taf. IX Fig. 2, 3, 4, 5; man vergleiche auch Fig. 6, 10 und auf Taf. X Fig. 14, 15, 16). Er stellt dar, dass in der Aussenzone des Dotterhofes nur Ectoderm vorhanden sei, in der Innenzone dagegen Ectoderm und Entoderm; dieses Entoderm befinde sich im Zustande des „Dotterentoderms“ (entoderme vitellin), d. h. es werde dargestellt von Dotter, in welchem Kerne ausgestreut seien. Diese Formation finde sich auch im Randtheile des Gefässbezirkes (vergl. Fig. 4, 10, 14, 16). Diese Angaben kehren bei Duval öfters wieder und sind auch mit den zusammenfassenden Worten der Seite 211 auf die Seite 97 einer späteren Arbeit (7) übernommen, so dass man merken kann, dass Duval diese Anschauung für sehr wichtig und für zweifelsfrei erwiesen ansah. Die Ansicht ist jedoch durchaus falsch, sowohl in dem, was sie über die Innenzone als auch in dem, was sie über die Aussenzone enthält; mit Rücksicht auf erstere sei auf die vorausgehenden, mit Rücksicht auf letztere auf die nachfolgenden Seiten verwiesen. Der Irrthum ist so auffallend, dass selbst, wenn wir annehmen, dass Duval seine Aufmerksamkeit wesentlich den topographischen und nur nebenher den geweblichen Verhältnissen zugewendet habe, und selbst wenn wir noch hinzufügen, dass die Präparate Duval's für gewebliche Diagnosen vielleicht ungeeignet waren; dass selbst dann der Irrthum noch nicht verständlich wird. Wir können aber vielleicht vermuthen — ich stelle dies nicht als Gewissheit hin, sondern ich spreche davon nur als von einer Möglichkeit, um mir die Duval'schen Angaben verständlicher zu machen —, dass in späterem Stadien (nach dem vierten Tage) in der Umbildung des Dotterentoblasten zum geschichteten Epithel eine Verlangsamung eintritt, so dass der vorwachsende Mesodermrand der Formation des Dotterentoblasten nahe kommt. Würden solche Verhältnisse bestehen, und würde Duval seine An-

schauungen von diesen späteren Stadien gewonnen und sie auf den dritten Tag übertragen haben, so wäre damit der Irrthum etwas erklärt. Aber freilich finde ich auch am zwölften Tage noch auf dem Mesodermwulste und distal davon geschichtetes Epithel, so dass mir auch so der Duval'sche Irrthum nicht erklärlich wird.

In der That ist bis zum vierten Tage, an welchem bereits der Aequator des Dotters von dem Rande der Keimhaut überschritten wird — Rauber (21. S. 17) lässt schon am fünften Tage den Verschluss des Ectoderms und Entoderms am distalen Pole eintreten —, mit voller Sicherheit zu erkennen, dass das Entoderm bis unmittelbar an den Rand heranreicht.

Nun sind hier aber, wenn wir es mit der Beschreibung genau nehmen, wieder drei Möglichkeiten vorhanden. Erstens: der Randsaum, d. h. die äussersten Zellenlagen des Keimhautrandes, können durch indifferente Zellen gebildet werden, welche weder Ectoderm- noch Entoderm-Zellen zu nennen sind; zweitens: Ectoderm sowie Entoderm reichen bis an den Rand heran (v. Kölliker, Lehrbuch S. 173 und in der Erklärung zu Fig. 56 auf S. 126); drittens: das Entoderm ist zwar an der Bildung des Randsaumes betheiligt, wird aber in diesem vom Ectoderm überragt. Letzteres ist die Ansicht von Rauber (21), welcher das Ectoderm bei einer Ente von 24 Stunden um eine Zellenbreite (Fig. 25), bei einem Huhne vom vierten Tage (Fig. 24) um sechs Zellenbreiten das Entoderm überschreiten lässt.

Indem ich nun auf Grund eigener Präparate über den Keimhautrand einiges mittheile, geschieht es in der Meinung, dass die über die peripherischen Theile der Keimhaut noch schwebenden Streitigkeiten nur ausgetragen werden können, indem an die Stelle schematischer Vorstellungen, die zum Theil noch bestehen, eine bis in's Einzelne gehende Kenntniss tritt. Auch hier bedauere ich sehr, das Wort nicht durch das Bild ergänzen zu können.

Man möge das Folgende unter dem Gesichtspunkte lesen, dass der Keimhautrand im Laufe der Entwicklung sein Aussehen wesentlich ändert — wie ja das schon von Rauber, wenn auch zu schematisch, dargestellt ist, — und dass die Randzellen nicht die Gestalt indifferenter Embryonalzellen, auch nicht diejenige indifferenter Ectodermzellen, sondern eine specifische Randzellenform, bezw. Ectoderm-Randzellenform besitzen.

Wenn man einen Keimhautrand im Flächenbilde betrachtet, so bemerkt man dort, wo das gewöhnliche Ectoderm aufhört, noch zwei Zonen: eine proximale, die aus schmalen Zellen gebildet wird, und eine distale, die aus grossen Zellen gebildet wird.

Die erstere fand ich nach 21 und 22 Stunden nur eben an-

gedeutet, nach 31 bis 32 Stunden etwa sieben Zellenreihen breit; auf Schnitten zeigen sich diese Zellen anfangs kubisch, später noch höher, und wenn ich aus Duval's Angaben richtig schliesse, geschichtet. Dies sind unzweifelhafte Ectodermzellen.

Die grossen Zellen, welche den eigentlichen Randsaum bilden, fand ich schon früher angedeutet, ja ausgeprägt. Schon nach 15 Stunden traf ich vier bis fünf Reihen grosser Kerne hintereinander, freilich auch kleinere dazwischen; mit 21 und 22 Stunden sind manche der Kerne von enormer Grösse, vom Vier- und Fünffachen des linearen Durchmessers gewöhnlicher Ectodermkerne. Mit 48 Stunden fand ich etwa zehn bis zwölf Reihen derartiger Kerne. Die Zahl scheint sehr zu wechseln, auch im gleichen Entwicklungsstadium, doch ist immer zu argwöhnen, dass Theile des Keimhautrandes abgerissen sind. Die Abgrenzung der zu diesen Kernen gehörenden Zellen ist anfangs schwierig zu erkennen, doch glaube ich, dass sie stets vorhanden ist, vom dritten Tage an ist sie ganz deutlich. Die Zellen haben noch weitere auszeichnende Merkmale. Sie sind schon mit 15 Stunden sehr blass und arm an Einschlüssen; dafür aber ist die Protoplasmastructur an ihnen sehr deutlich zu sehen, und zwar ist in einer Zelle das Protoplasma zum Theil weitmaschig, zum Theil dicht, letzteres besonders in der Nähe der Kerne. Durch diese Eigenschaften: Grösse, Blässe, Protoplasmastructur erhalten die Zellen ein Aussehen, welches allein an die Entoblastzellen der Area pellucida erinnert. Endlich ist noch eins zu bemerken, nämlich eigenthümlich lappenförmige oder zungenförmige Anhänge des freien Randes an den Zellen der äussersten Reihe, welche fast so breit sind, wie die Zelle selbst; diese Anhänge sind am zweiten und dritten Tage vorhanden. Sie sind ganz homogen und eigenthümlich glänzend. Ergänzen wir das Bild dieser Zellen durch Schnittpräparate, so bemerken wir, dass diese Zellen nicht etwa extrem platt sind, so dass die Grösse in der Flächenansicht sich durch Abflachung erklären liesse, sondern sie sind wirklich gross. Am vierten Tage fand ich sie in drei- bis vierfacher Lage, aber kleiner.

Ob Duval diese Zellen bemerkt hat, lässt sich aus seinen Angaben nicht genau entnehmen; seine Abbildungen (Taf. IX, Fig. 5 und 6) sind auch hier wieder zu schematisch, um einen Aufschluss zu geben. Fragen wir nach der Bedeutung dieser Zellen, welche den eigentlichen Randsaum bilden, so können wir uns in der negativen Aeusserung v. Kölliker anschliessen, dass diese Randzellen keine Proliferationszone für das Ectoderm und Entoderm vorstellen; ja ich glaube sogar noch bestimmter angeben zu können, dass Mitosen hier seltener sind, als in anderen Abschnitten der Aussen-

zone und Innenzone. Da, wie oben gesagt, auch der Inhalt dieser Zellen spärlich ist, so sind sie auch nicht an der Aufnahme des Dotters betheiligt. Doch lässt ihre eigenthümliche Gestalt darauf schliessen, dass irgend ein besonderes Moment hier bestimmend sei. Duval bezieht die Vorgänge des Ectodermrandes auf die späteren Tage der Entwicklung, und das mag wohl für die Erscheinungen, die vom vierten Tage an sichtbar werden, in vollem ausschliessendem Umfange gelten; aber ich glaube nicht, dass auch die beschriebene Eigenthümlichkeit der Zuschärfung des Randes der äussersten Zellen daraus zu erklären ist, um so weniger, da dieselbe mit dem vierten Tage abzunehmen scheint. Mir scheint, dass wir hier eine Einrichtung vor uns haben, welche das rasche Vordringen der Keimhaut zwischen Dotter und Dotterhaut begünstigt. Diese Zuschärfung des Randes ist schon sehr frühe, ja schon in den ersten Stunden der Bebrütung sichtbar, wie von verschiedenen Seiten hervorgehoben wurde, wie z. B. von His verschiedenfach in Schrift und Bild dargestellt ist. Ich finde beispielsweise an einer Keimscheibe von sechs und einer halben Stunde, dass die am Rande gelegene Zelle sich auszieht in einen äusserst scharfen und dabei homogen erscheinenden Saum. Wir haben hier gewissermassen ein Organ vor uns, welches die Ausbreitung der Keimhaut unterstützt.

Indessen im Zusammenhange der vorliegenden Arbeit interessirt vor allem die Frage, ob die geschilderten Zellen des Randsaumes ectodermaler oder indifferenter Natur seien. Hier muss ich mich nun auf Grund des mir vorliegenden Materials entscheiden, sie für ectodermal zu halten.

Auf die weitere Frage, die nach dem Verhalten des Entoblastrandes, kann ich zunächst die Auskunft geben, dass bis zum vierten Tage — weiter habe ich es nicht verfolgt — der Entoblast bis an den Randsaum heranreicht, ja ich finde auf Schnitten von einer Keimhaut von 24 Stunden und einer anderen von 49 Stunden noch unterhalb des Randsaumes bis fast an die äusserste Grenze des letzteren Zellen, die ich für Entoblastzellen halten muss. Die Ansicht von Duval muss also in dieser Hinsicht aufgegeben werden, und es kann sich nur darum handeln, zwischen Rauber und v. Kölliker die Wahl zu treffen; ich möchte mich an ersteren anschliessen.

Die Form dieser Zellen ist schwer zu erkennen; ich theile darüber nach meinen Präparaten Folgendes mit. Nur in einem Falle, bei einer Keimhaut von 49 Stunden, fand ich rundliche Zellen von blasigem Aussehen, mit wenig Dotterelementen gefüllt bis an (bez. unter) den Randsaum gehend. In einer Keimhaut von 52 Stunden fand ich rundliche, aber nicht blasige, sondern mehr protoplasmatische, schlecht begrenzte Zellen bis an den Randsaum heran, aber nicht

unter demselben, dagegen bei einer Keimhaut von 24 Stunden niedrige blasse protoplasmatische Zellen bis unter den Randsaum reichend, in einer Zone von fünf bis sechs Zellenbreiten. Bei einer Keimhaut von 42 Stunden platte Zellen und unterhalb derselben Kerne, die in feinkörniger Masse, aber nicht in Dotter eingeschlossen waren. Bei einer Keimhaut von 48 Stunden platte Zellen in einer Zone von sieben Zellbreiten. Endlich mit vier Tagen stark abgeplattete Zellen, in radiärer Richtung zwanzig hintereinander. Ich komme also zu der Meinung, dass der Entoblastrand vom Dotter getrennt ist. Auch His hat diese Meinung stets aufrecht erhalten (s. z. B. 12. S. 135).

Auf diese erwähnten abgeplatteten Zellen komme ich bei der weiteren Besprechung der Aussenzone des Dotterhofes zurück.

II. Die Formation des sich organisirenden und des organisirten Keimwalles. — Ich kann an die weitere Beschreibung der Aussenzone des Dotterhofes nicht herangehen, ohne auf die technischen Schwierigkeiten hingewiesen zu haben, welche der Untersuchung hier entgegenstehen. Man hat zwei Möglichkeiten: das Präparat im Zusammenhange mit der Dotterhaut oder ohne dieselbe zu fixiren. Durch die Dotterhaut gewinnt natürlich das Präparat an Halt, aber ich habe gefunden, dass dann die oberflächlichen Schichten desselben etwas Undeutliches, ich möchte sagen, Gedrücktes bekommen; wahrscheinlich, weil die Dotterhaut, sowie eine dünne Schicht von Eiweiss, welche sich von derselben nicht trennen lässt, durch die Behandlung eine Schrumpfung erleiden und sich dadurch fest auf die Keimhaut auflegen. Löst man aber, nach zunächst leichter Fixirung, die Dotterhaut ab, so hat das Präparat, welches ja, wenn man die Aussenzone des dritten und vierten Tages untersucht, sehr gross ist, nur den schwachen Halt, den ihm das dünne einschichtige Ectoderm bieten kann; und dem gegenüber stehen die verderblichen Einflüsse der Quellung und Schrumpfung, welche um so leichter eingreifen können, da wahrscheinlich schon im frischen Zustande feine Spalten in der Dotterrinde bestehen. Als Zeugen dieser Störungen findet man die Verbiegungen, welche ausnahmslos am Ectoderm solcher Präparate zu sehen sind, und durch deren Schuld man so häufig Schiefschnitte an Stelle reiner Querschnitte erhält. Der schrumpfende Dotter bröckelt dann bei der Behandlung mit Alcohol gar zu leicht ab und reisst die Entoblastzellen mit sich. Auswaschen der Stücke mit Wasser oder gar mit Säure steigert die Gefahr; und die Färbung mit Boraxcarmin im Stück, welche bei der Untersuchung des Selachier-Dotters so bequem und mit so glänzendem Erfolge angewendet wird, ist hier wegen des nachträg-

lichen Auswaschens mit salzsäurehaltigem Alcohol höchst bedenklich. Am besten thut man noch, möglichst ohne Umwege von der Fixirung zur Einbettung fortzuschreiten und im Schnitte zu färben, wobei dann freilich neue Uebelstände hervortreten. Denn, wenn man Paraffin wählt und die Schnitte behufs der Färbung aufklebt, so äussert sich die Fähigkeit des Dotters, zu quellen und zu schrumpfen, selbst jetzt noch, so dass derselbe aus den Schnitten grossentheils abfällt und Zellen oder, was noch schlimmer ist, Stücke von solchen mitnimmt. Schliesst man aber in Celloidin (oder Photoxylin) ein, so sieht man sich in der Wahl der Farbstoffe beschränkt. Und dazu kommt noch die Neigung des Dotters, sich mit vielen Farbstoffen mitzufärben, was z. B. der Selachier-Dotter nicht in der gleichen Weise thut.

Ich beziehe mich nun im Folgenden hauptsächlich auf eine Keimscheibe von 24 Stunden und eine zweite von 33 Stunden, an denen ich die Verhältnisse am deutlichsten finde; übrigens ist alles, was ich bis zum vierten Tage einschliesslich beobachtet habe, damit in Uebereinstimmung. Die erste dieser beiden Keimscheiben war mit Sublimat fixirt, in Celloidin eingeschlossen, die Schnitte mit Alauncarmin gefärbt; die andere war mit heissem Alcohol fixirt und mit Boraxcarmin durchgefärbt. Beide waren mit einer genügenden Partie Dotter in Verbindung gelassen, welcher noch eine Strecke weit über den Randsaum hinausragte.

Ich beschreibe nun zuerst die in den betreffenden Areae opacae vorkommenden Kerne und Zellenformen, dann den Dotter und dann das Verhalten der Zellen zum Dotter in ihrer topographischen Lagerung. Zum Verständniss der letzteren mag die Fig. 20 der Tafel XI und das, was über dieselbe auf S. 330 gesagt wurde, herbeigezogen werden.

Die Kerne des Dotterentoblasten — so können wir den Entoblasten nennen, so lange er sich im Zustande der Keimwallformation bezw. im Zustande der Formation der Aussenzone des Dotterhofes befindet — die Kerne sind klein und unterscheiden sich dadurch auffallend von den Kernen der Dottersackepithelzellen, die ja gerade durch ihre Grösse so sehr auffallen; sie sind sogar kleiner als die Kerne der Ectodermzellen, wie ich z. B. sehr deutlich an einem Dotterhof des vierten Tages bemerke. Auch besteht unter diesen Kernen eine fast vollkommene Uebereinstimmung, so dass man sie leicht als zusammengehörig erkennt. Ihre Gestalt kann rund oder elliptisch sein, ist aber im Flächenbilde doch überwiegend eckig oder gezackt, weil durch Dotterbestandtheile ein Druck auf die Kerne ausgeübt wird. Endlich drittens nehmen diese Kerne durch Farbstoffe einen dunkleren Ton an wie die Kerne des Ectoderms, jedes-

falls, weil in ihnen wegen ihrer Kleinheit die färbbare Substanz verdichtet ist.

Von Zellenformen möchte ich vier als charakteristisch hervorheben. Erstens eine Form, die wir als Siegelringform bezeichnen können, schon von Rauber mit Recht abgebildet. Diese Form gleicht gewissermassen einer Fettzelle, nur ist der sichelförmige Protoplasmahof dicker, als bei einer Fettzelle gewöhnlich, und an Stelle eines Fetttropfens im Innern findet sich eine grössere oder mehrere kleinere Dotterkugeln.

Die zweite Form erscheint auf dem Schnitt spindelförmig und wurde oben schon erwähnt, da ich sie als „platte Entoblastzelle" einführte. Auf Abbildungen von His glaubt man solche Zellen an der Aussenseite des Keimwalles öfters anzutreffen; doch sind die Figuren stets so unbestimmt, dass man sie nur als einen schematischen Ausdruck subjectiver Meinungen betrachten kann. Die Zelle dieser Art ist nicht etwa spindelförmig, wie man glauben könnte, sondern im Flächenbilde ist sie auch rund; es ist also nichts anderes wie eine Zelle der vorigen Art, nur abgeplattet. Nach manchen Befunden muss ich schliessen, dass solche abgeplattete Zellen in mehrfacher Lage vorkommen können, was wohl mit einem rapiden Flächenwachsthum zusammenhängen dürfte, indem dann die Zellen keine Zeit finden, sich mit Dotter zu beladen. Uebrigens wird man eine grosse Analogie mit dem früher erwähnten stark verdünnten, dabei aber doch geschichteten Epithel der Innenzone finden.

Die dritte Zellenform ist in Fig. 21 u. 22 der Taf. XI dargestellt. Dies sind kleine blasse Zellen, welche dort, wo der Raum zwischen den Dotterkugeln beschränkt ist, gequetscht und dadurch in Fortsätze ausgezogen erscheinen; dort dagegen, wo die feinen oben erwähnten Spalten weiter sind, also in der Nähe des perilecithalen Spaltes, eine gänzlich oder fast gänzlich kuglige Gestalt annehmen; sie sind in ihrer typischen Gestalt ganz ohne Inhalt und zeigen ein feines Protoplasmanetz, wodurch sie schon an ihre ausgewachsenen Nachkommen, die Epithelzellen (Fig. 17) erinnern. Dies sind die Zellen, welche His, Disse und Waldeyer vorgelegen haben; von His wurden sie 1868 entdeckt, von Disse (5. p. 568 und Fig. 6) am besten beschrieben; ich stimme mit Disse gegen His darin überein, dass es sich um getrennte Zellen und nicht Kerne in Protoplasma handelt, und gegen Waldeyer, dass sie als Zellen in den Dotter eintreten, und dass nicht Kerne in die schon vorher vorhandenen „Keimfortsätze" gelangen. Warum Disse den Dotter „nach oben gelangen" lässt (p. 563) und nicht vielmehr die Zellen bei der Ausbreitung des Keimes in den Dotter vordringen, ist mir nicht verständlich.

Die vierte Form endlich wird dargestellt durch etwas grössere, blasige, leere runde Zellen, welche den Kern im Centrum haben. Sie sind aber sehr selten und nur von Interesse zum Vergleiche mit denjenigen Zellen, deren Kerne in Mitose sind, worüber auch einiges gesagt werden soll.

Die Zellen mit Mitosen sind ganz genau ebenso, wie die in der Innenzone; sie sind blasig, scharf begrenzt, kuglig und leer. Solche Zellen findet man, wenn sich der Blick erst an das schwierige Object gewöhnt hat, in grosser Zahl, sowohl in Flächenbildern wie in Schnitten.

Der Dotter zeigt ein Verhalten, welches unserem Urtheil eine sehr wichtige Handhabe darbietet. Dort nämlich, wohin der perilecithale Spalt noch nicht gedrungen ist, also dort, wo sich in Fig. 20 die punktirte Linie befindet, ist der Dotter in der von Zellen durchsetzten Region völlig gleich dem angrenzenden zellenfreien Dotter, nur dass natürlich gegen die Oberfläche hin die Dotterelemente allmählich kleiner werden, was ja schon am unbebrüteten Ei, wie oben erinnert wurde, der Fall ist; dort dagegen, wo sich der perilecithale Spalt findet, ist der Dotter zu beiden Seiten desselben von verschiedener Beschaffenheit, offenbar weil schon die Zellen Zeit fanden, den Dotter zu verändern. Aber wie die Keimscheibe von 33 Stunden zeigt, fällt das Ende des perilecithalen Spaltes nicht mit der distalen Grenze des veränderten Dotters zusammen, sondern der Spalt reicht etwas weiter, so dass also an dem Ende desselben sowohl oben wie unten gleich beschaffener Dotter anliegt.

Gehen wir nun auf eine Schilderung der Topographie der in Fig. 20 dargestellten Area opaca ein, so empfiehlt es sich, des Vergleiches halber auch den proximalen Rand zu betrachten, d. h. also den Abfall des Keimwalles gegen die subgerminale Höhle. Ich kann hier wörtlich aus meiner Dissertation (p. 18) eine Beschreibung übernehmen, welche sich auf die gleiche Gegend einer sechzehnstündigen Keimhaut bezieht: „Genau eben solche Kerne (wie im Entoblast der Area pellucida) findet man auch im Keimwulst und zwar erstens am freien Rande, zweitens an der dem mittleren Keimblatte zugewendeten Fläche, drittens, obwohl spärlicher, in der Masse mitten drinn. Ferner treten scharfe Linien hervor, die sich zu polygonalen Figuren ergänzen, in deren Centrum die Kerne liegen.“ „Man sieht, dass man eine zellige Gliederung vor sich hat, die in den mittleren Partieen vielleicht nur durch die starke körnige Trübung verdeckt ist, an den Rändern aber scharf hervortritt.“

Ich kann im vorliegenden Falle noch etwas genauer sein. Am proximalen Rande, d. h. an dem Abfall des Keimwalles gegen die subgerminale Höhle, zeichnen sich wenige Zellen durch verhältniss-

mässige Blässe und deutliche Abgrenzung aus. Die Kerne dieser Zellen liegen in der Mitte, ihr Inhalt besteht aus ganz blassen, verhältnissmässig feinen Körnern. Diese Zellen mit ihren rundlichen, in die subgerminale Höhle vorspringenden Formen bilden das charakteristische Bild, welches man auf allen Abbildungen trifft, mögen nun die Verfasser eine Ansicht über den „Keimwall" (His) oder „Keimwulst" (v. Kölliker) gehabt haben, welche sie wollen. Die Mehrzahl der Kerne müsste ich in dieser Partie, welche an die subgerminale Höhle anstösst, auch diesmal, wie in Fig. 1 meiner Dissertation, an die obere Seite verlegen. Auch diesmal aber finde ich es schwer zu entscheiden, „ob die zellige Abgliederung sich über den ganzen Keimwulst — so nannte ich damals diese Partie im Anschluss an v. Kölliker — fortsetzt" (S. 19 meiner Dissertation). Doch kann ich einiges genauer bezeichnen und deuten. Die feinen Linien, welche man für Zellengrenzen halten darf, wenn dieselben auch nur unterbrochen sichtbar sind, verlaufen an der oberen (oder äusseren) Seite dieser proximalen Partie des Keimwalles mehr senkrecht zur Fläche, im Innern mehr unregelmässig; an der unteren Seite, d. h. gegen den perilecithalen Spalt, schliesst der Keimwall mit flachen, runden Wölbungen ab. Die Kerne stehen in der Nähe der oberen Seite in einer Linie, zum Theil hart an der Oberfläche, zum Theil etwas unterhalb derselben, in den übrigen Theilen des Wulstes sind die Kerne spärlicher und unregelmässig vertheilt; der Gestalt nach sind die des oberen und unteren Randes rund, die im Innern vorwiegend eckig, was durch anliegende Dotterkügelchen bedingt wird. Aus alledem ersehe ich z. T., theils ziehe ich den Schluss, dass diese proximale Partie zellig bereits abgegliedert ist, sich in der „Formation des geschichteten Epithels" befindet, ja dass schon an der oberen Seite die Hinneigung zum einschichtigen Epithel mit seinen cylindrischen Zellen wirksam zu werden beginnt. Zweierlei sei noch weiter bemerkt; erstens, dass am oberen Rande an Stellen, wo die Dotterbestandtheile schon geschwunden sind, zuweilen in Theilen von Zellen, aber nie in ganzen Zellen, die Protoplasmastructur sichtbar wird; zweitens, dass der Inhalt zuweilen aus blassen Kugeln mit glänzenden Inhaltstropfen, d. h. den typischen Gebilden des weissen Dotters, besteht, in der Regel aber nur aus blass glänzenden Tropfen, die, wie ich glaube, den Inhaltskörpern der Elemente des weissen Dotters entsprechen, während die blassen Kugeln selbst schon verdaut sind.

Von dieser Partie, der ich vorsichtshalber zunächst nur die proximale Hälfte des mit 5 bezeichneten Abschnittes der Fig. 20 zurechne, springe ich nach 1., der Gegend des Randsaumes, über, welche in anderem Zusammenhange schon besprochen wurde. Hier

findet sich das Ectoderm und der Entoblast an der Bildung des Randsaumes betheiligt, der Entoblast in Gestalt von abgeflachten, vom Dotter geschiedenen Zellen. In diesem Punkte besteht Uebereinstimmung zwischen His, Kölliker und Rauber.

Aus den dazwischen gelegenen Gebieten greife ich wieder das heraus, was am deutlichsten ist; das sind diejenigen frei liegenden Zellen, welche am weitesten gegen den Dotter vorgeschoben sind und deren Lage in Fig. 20 durch den Buchstaben a bezeichnet ist. Diese Zellen, welche oben geschildert und von denen zwei in Fig. 21 abgebildet wurden, sind deswegen gerade an der genannten Stelle so klar, weil sie zwischen grossen Dotterkugeln sich leichter erkennen lassen, wie zwischen kleinen, und weil sie in den Spalten, die hier gefunden werden, freier liegen. Hat man diese Zellen einmal erkannt, so findet man sie auch in den äusseren (oberen) Abschnitten der mit 4. bezeichneten Region und in der mit 3. bezeichneten Region wieder auf. Hier liegen die Kerne und demgemäss auch die Zellen in einer einigermassen gleichmässigen Vertheilung, jedoch nicht gänzlich gleich vertheilt; vielmehr trifft man sie nicht nur einzeln, sondern auch in kleinen rundlichen oder länglichen Gruppen.

Man wird gegen diese Beschreibung von verschiedenen Seiten Bedenken haben, und ich möchte mich hier insbesondere an die Auffassung wenden, welche v. Kölliker vertritt, nach welcher der gesammte Entoblast aus rundlichen Zellen besteht und gegen den Dotter scharf geschieden ist. Ich mache gegen diese Auffassung geltend, erstens, dass die von mir geschilderten „Zellen im Dotter" thatsächlich nachweisbar sind, besonders in den am meisten nach innen, gegen den Dotter zu, gelegenen Theilen, und zweitens, dass in der Aussenzone der Dotter ohne Unterbrechung, ohne Aenderung seiner Beschaffenheit bis an die Oberfläche reicht, so dass sich die Entstehung des „Dotterentoblasten" in der Aussenzone des Dotterhofes auch gar nicht anders als durch ein Eindringen zelliger Bestandtheile in den Dotter vorstellen lässt.

Die Zusammensetzung dieser Formation darf man sich nun aber nicht so denken, wie es für die Vorstellung freilich am bequemsten wäre, dass jemals der Keimwall oder die Aussenzone des Dotterhofes von lauter derartigen kleinen dotterfreien Zellen durchsetzt sei, wie sie in Fig. 21 abgebildet sind; dass jemals der Zustand der „Zellen im Dotter" in schematischer Reinheit existire. Die Dotterentoblastzellen haben vielmehr ihrer Natur nach, sobald sie gebildet sind, das Bestreben, Dotter zu umschliessen. So wie Schafe, welche auf die Weide gehen, nicht erst warten, bis sie in gleichmässiger Vertheilung ihre Standorte auf der Wiese gefunden haben, sondern schon auf dem Wege dorthin zu fressen beginnen, so machen sich

auch die Dotterentoblastzellen alsbald an die Arbeit, und man findet daher selbst in unmittelbarer Nähe des Randsaumes in den oberflächlichen Theilen der Aussenzone solche Zellen, die Dotter enthalten, insbesondere die oben erwähnte Siegelringform. Dass aber die Zellen, indem sie gebildet werden, leer sind, das kann man aus den Zellen mit Mitosen erkennen. Solche leeren Zellen werden dann in den Dotter eindringen und entweder schon in den oberflächlichen Schichten dotterhaltig werden oder bis zu grösserer Tiefe leer bleiben, wie eben die abgebildeten.

In einer weiteren Hinsicht ist der Punkt a der Fig. 20 noch interessant, darin nämlich, dass er jenseits der Flucht des perilecithalen Spaltes liegt. Diejenigen Zellen also, welche sich so weit vorgewagt haben, werden bei der Ausdehnung des Spaltes vermuthlich abgeschnitten werden und in ihrem Schicksal den Zellen gleichen, welche durch Dotterfurchung aus dem Boden der subgerminalen Höhle entstehen.

Zuletzt wenden wir uns zu der distalen Hälfte des Abschnittes 5 der Fig. 20. Hier liegen die Kerne nicht gleichmässig in der ganzen Dicke vertheilt, sondern am reichlichsten an der Seite des perilecithalen Spaltes, in einer Kette angeordnet, wie es von His schon 1868 geschildert worden ist. Das zu diesen Kernen gehörende Protoplasma hat die gleiche Beschaffenheit wie in Fig. 21 der Taf. XI. Ich glaube, behaupten zu dürfen, dass an manchen dieser Zellen die Begrenzung sichtbar ist, und dass sie theilweise kleinere Dotterkörner in sich enthalten, theilweise leer sind. Zwei solcher Zellen sind in Fig. 22 dargestellt von dem Punkte b der Fig. 20. Von diesen beiden Zellen stösst die eine, nämlich a an den perilecithalen Spalt, bez. liegt in der Flucht desselben, die andere, nämlich b, findet sich dicht daneben, in dem in der Fig. 22 angegebenen Lage-Verhältniss im Innern des Keimwalles. Es ist jedoch sehr schwer, stets die zellige Abgrenzung zu erkennen. Dort, wo Zellen aneinanderstossen, entsteht das Bild, als sei ihr Protoplasma zusammengeflossen. Da jedoch auch in späteren Stadien die zellige Abgrenzung sich an gefärbten Lackpräparaten oft so schwer erkennen lässt, beispielsweise in der Innenzone des Dotterhofes, wo sie doch, wie Silberbehandlung zeigt, thatsächlich vorhanden ist, so möchte ich in dem Urtheil sehr zurückhaltend sein, doch aber eher glauben, dass die Individualität jeder Zelle sich erhält, um so mehr, da wir ja diese auch in dem weiter proximal gelegenen Abschnitt durch die scharfen Zellengrenzen wieder deutlich ausgeprägt sehen. Zunächst aber müssen wir zufrieden sein, wenn wir das Protoplasma dieser Zellen erkannt haben. Da zeigt sich dann gleichfalls, wie bei den Kernen, dass das Protoplasma besonders reichlich längs des perilecithalen Spaltes angeordnet

ist. Es scheint so, dass die Zellen sich an der inneren Oberfläche gestreckt haben, so wie sie es ja an der äusseren schon vorher thaten, und gewissermassen in erster Linie darauf Bedacht genommen haben, das zu „organisirende" Gebiet gegen den Spalt abzuschliessen. In der proximalen Hälfte des Abschnittes 5, wo die Formation des geschichteten Epithels durchgeführt ist, findet sich diese Lagerung der Kerne und des Protoplasma an dem perilecithalen Spalt nicht mehr vor. Derartige in der Richtung der Oberfläche gestreckte Zellen dürfen wir uns aber wieder nicht als spindelförmig denken, wie sie uns der Schnitt zeigt, sondern rundlich, aber abgeplattet.

Es ist jedoch ausserordentlich schwierig, in jedem einzelnen Falle die Ausdehnung einer Zelle zu bestimmen; zu entscheiden, ob das Stück Protoplasma mit Kern, welches wir vor uns sehen, eine kleine Zelle vorstellt, oder ein Abschnitt einer grösseren Zelle ist, welche in sich eine Gruppe von Dotterkörnern oder eine grosse Dotterkugel einschliesst. Denn auch hier zögern die Entoblastzellen nicht, durch reichliche Aufnahme von Inhalt ihrer Bestimmung gerecht zu werden.

Es ist daher auch nicht gut möglich, genau zu bestimmen, an welchem Punkte die Formation des geschichteten Epithels fertig ist; es mag sein, dass der Strich, welcher auf meiner Fig. 20 die Grenze zwischen dem vierten und fünften Abschnitt angiebt, etwas proximalwärts oder distalwärts verschoben werden muss, aber darauf kommt ja gar nichts an. Es ist auch möglich, dass an der Oberfläche die Abgliederung früher vollzogen ist, wie in der Tiefe, aber auch das ist von untergeordneter Bedeutung. Das Wichtigste ist in erster Linie, den Vorgang als solchen kennen zu lernen und die Phasen desselben zu verstehen.

Um noch einmal zusammen zu fassen, so glaube ich, dass der Entoblast vorwächst, indem er bis an den Randsaum reicht, wenn er auch vielleicht an der Bildung des Randsaumes selbst nicht, oder in seltenen Fällen betheiligt ist; dass er hier aus gesonderten Zellen besteht, die vom Dotter geschieden sind; dass in den an diesen Randtheil anschliessenden Abschnitten ein Eindringen von Entoblastzellen in den Dotter in „aufgelöster Formation" stattfindet, bis zu einer gewissen Tiefe; dass die typische Grundform dieser „Dotterentoblastzellen" die einer kleinen, protoplasmatischen, leeren Zelle ist; dass aber schon bei der Ausbreitung dieser Zellen Dotter von ihnen umschlossen wird; und dass der Vorgang damit endigt, dass nach völliger Umschliessung des Dotters in dem Keimwall bez. in der Aussenzone des Dotterhofes blasige dotterreiche Zellen entstanden sind, die sich gegenseitig überall berühren, womit aus der Formation des „or-

ganisirten Keimwalles" die des „geschichteten Epithels", aus der der „Aussenzone des Dotterhofes" die der „Innenzone" geworden ist.

Was an dieser Auffassung — nicht vom Standpunkte der Beobachtung, sondern von dem der Theorie — bedenklich erscheinen kann, ist die Ausbreitung in „aufgelöster Formation". Wie können wir uns vorstellen, dass diese Zellen noch einem bestimmten Plane der Entwicklung folgen, sich so zu sagen noch als zu einem Verbande gehörig fühlen, wenn sie nicht ununterbrochen mit einander in Berührung stehen? Hierzu ist zu bemerken, dass ja die Zeit der Isolirung der einzelnen Zelle nur eine kurze ist und alsbald mit der Vergrösserung der Zelle ihr Ende findet. Ferner ist aber auch daran zu erinnern, dass die Auflockerung des wachsenden Mesoderms kaum geringer ist, als diejenige, zu welcher der Entoblast sich durch den Dotter zeitweilig gezwungen sieht; ja dass wir auch von dem Entoblast der Säugethiere in dem zweiblättrigen Zustand der Keimblase des Kaninchens ein Stadium kennen gelernt haben, in welchem sich derselbe in starker Auflockerung, seine Zellen in sternförmiger Gestalt befinden.

Ob das Vordringen von Zellen in den Dotter ausschliesslich in senkrechter Richtung oder auch in tangentialer, bezw. also in schiefer Richtung geschehe, unternehme ich nicht zu entscheiden, doch scheint mir allerdings die letztere Auffassung die naturgemässere.

Ich habe nun noch meine Stellung zu anderen in der Litteratur geäusserten Ansichten darzulegen, sowohl vom Standpunkte der Beobachtung wie von dem der Theorie. Dabei kann natürlich von einer Berücksichtigung sämmtlicher über den Keimwall geäusserter Anschauungen keine Rede sein. Derartige sogen. „historische Betrachtungen" unterscheiden sich vom Historischen ebenso wie eine Mönchschronik von einem Ranke'schen Geschichtswerk. Bei der Frage des Keimwalles und des Parablasten nun gar müsste man soviel darüber sagen, wie sich die Forscher durch Kunstproducte haben täuschen, durch falsche Schnittrichtungen haben verwirren lassen, wie sie in der Auswahl der Stadien und der Stellen Missgriffe begingen, sich durch andere auf Abwege verführen liessen, wie sie schiefe Analogien herbeizogen und von fremdartigen Speculationen aus die Frage des Dottersackentoblasten vergewaltigten, dass mich nicht gelüstet, dieses schwarze Kapitel zu schreiben. Die Erfahrung zeigt auch, dass die vielen litterarischen Erörterungen über den Keimwall nicht im Mindesten zur Klärung der Ansichten beigetragen haben. Ich beschränke mich darauf, drei Verfasser anzuführen, welche die Frage in so abweichender Weise darstellen, dass dadurch die verschiedenen Möglichkeiten zur Anschauung ge-

bracht werden, Duval, His, v. Kölliker; und anzugeben, worin ich mit ihnen übereinstimme und von ihnen abweiche.

Ich spreche zunächst vom Standpunkte der Beobachtung.

Duval ist genau genommen in diesem Zusammenhange gar nicht zu nennen, da er ja in der Aussenzone des Dotterhofes überhaupt keine entoblastischen Elemente aufgefunden hat; es kann bloss von ihm die Rede sein, wenn man sich auf das beziehen will, was er über die Innenzone bemerkt. Hier findet er eine Formation, welche er als „Dotterentoblast" bezeichnet und die nach seiner Angabe aus Dotter mit dazwischen gestreuten Kernen besteht. Von Protoplasma sagt er kein Wort, während ich gerade glaube, dass hier alles von der genauen Beobachtung des Protoplasma abhängt. Die Genauigkeit der Untersuchung in der Frage des Dottersackentoblasten ist aber überhaupt in Hinsieht der geweblichen Verhältnisse bei Duval nicht gross, denn dieser Forscher hat von der zelligen Abgliederung in der Innenzone und im Grenzwulste des Gefässbezirkes nicht das Geringste bemerkt.

Wenn ieh von der Ansicht von His spreche, so wird der Leser es wohl verstehen, dass ich in eine erneute Erörterung darüber, ob die Elemente des weissen Dotters zelliger Natur seien, nicht eintrete; ebenso wird er es begreifen, dass ich über die Parablastfrage ohne ein Wort hinweggehe. Für mich ist der „organisirte Keimwall", wie nach dem Vorausgehenden nieht weiter begründet werden muss, eine Stufe in der Entwicklung des Dottersackentoblasten. Was aber die Beobachtungen an dem organisirten Keimwall angeht, so war ich nicht wenig verwundert, dass meine Untersuchung mir in sehr wesentlichen Punkten eine Uebereinstimmung mit His zeigte, und ich gebe meiner Freude darüber Ausdruck, dass ich gerade die ältesten der Beobachtungen von His in so grossem Umfange bestätigen kann. Freilich muss ich auch gleich hinzufügen, dass His, obwohl er zu verschiedenen Malen in dieser Frage das Wort ergriffen hat, doch in derselben nicht weiter gekommen ist. Er hat zwar die Entstehung des Dottersackepithels aus dem Keimwalle anerkannt (11. p. 285), aber nicht die Consequenz einer solchen Anerkennung gezogen, welche darin hätte bestehen müssen, genau zu entscheiden, wie sich Parablast-Anlage und Epithel-Anlage zu einander im Keimwalle verhalten. Die späteren Abbildungen von His haben alle etwas Vages und seine Angaben in verschiedenen Aufsätzen sind schwankend, wie schon aus einer Zusammenstellung derselben, die v. Kölliker gemacht hat (16. p. 186), hervorgeht. Mit His stimme ich darin überein, dass der Entoblastrand frei über dem Dotter liegt, dass sodann Entoblastzellen in den Dotter eindringen, und dass diese Dotter umschliessen; ja sogar in manchen Einzeln-

heiten befinde ich mich im Einklang mit His (man vergl. besonders 10. p. 75), obwohl ich die Fig. 8 auf Taf. VI der Monographie und die Figuren 15 und 16 der Taf. XIII der Arbeit im ersten Bande des Archivs für Anatomie und Entwicklungsgeschichte kaum für den Ausdruck der topographischen Vertheilung, geschweige denn für den der geweblichen Verhältnisse anerkennen kann. Nicht in Uebereinstimmung bin ich mit His in folgenden Punkten: erstens ist nach meiner Meinung das Eindringen von Entoblastzellen nicht an den weissen Dotter gebunden. Weder wird aller weisser Dotter von „archiblastischen" Zellen durchsetzt, denn sonst müsste ja der Keim bis ins Centrum des Eies, in die Latebra hinabsteigen, um auch dort unten zu „organisiren"; noch beschränkt sich andererseits die Durchwachsung auf weissen Dotter, sondern, wenn der Entoblast das Gebiet des letzteren durchschritten hat, so greift er in das des gelben über, bis er am unteren Dotterpole angelangt ist. Mit His stimme ich ferner nicht darin überein, dass die Zellen zusammenfliessen, sondern ich bin der Meinung, dass dieselben getrennt bleiben, und dass auf dem einfachsten Wege, indem der sämmtliche in der durchwachsenen Partie enthaltene Dotter von den Zellen aufgenommen wird, die Formation des geschichteten Epithels entsteht.

Mit v. Kölliker stimme ich darin überein, dass die Zellen des Entoderm-Randes oberhalb (ausserhalb) des Dotters liegen. Allerdings ist diese Uebereinstimmung keine vollständige, da v. Kölliker (Lehrbuch S. 173) diese Randzellen für rundlich hält und sie „selbst in den Randtheilen noch zu zweien oder dreien sich decken" lässt; was, wie ich glaube, für spätere Stadien keine Geltung hat. In der Deutung der Endstadien, des anfangs geschichteten, dann einschichtigen Epithels befinde ich mich gleichfalls mit Kölliker in der Hauptsache in Uebereinstimmung, obwohl ich hier wieder der Angabe entgegentreten muss, dass das Epithel in der Innenzone des Dotterhofes einschichtig sei. Dagegen befinden wir beide uns im Gegensatze, wo es sich um die Deutung der Zwischenstufe, der Formation des organisirten Keimwalles, bezw. der Aussenzone des Dotterhofes handelt. Nach v. Kölliker bleibt das Entoderm immer vom Dotter geschieden, ist immer durch aneinanderliegende rundliche Zellen dargestellt, und diese Zellen bilden „in sich dunkle runde Körper aus, die bald die Zellen ganz erfüllen in der Art, dass jede Zelle einen grossen dunklen Inhaltskörper und neben demselben noch eine gewisse Anzahl kleinerer enthält" (S. 175). Obwohl diese Darstellung durch ihre Einfachheit für sich einnimmt, so theile ich sie doch nicht; und ohne meine oben ausführlich dargestellten Ansichten zu wiederholen, führe ich nur noch einmal kurz an, dass nach meiner Meinung die mitotisch sich vermehrenden und

nach der Theilung kleinen Entoblastzellen in den Dotter eintreten und dadurch zu einer Formation Anlass geben, auf welche die Bezeichnung „Zellen im Dotter“ passt; dass erst in dem Maasse, als diese Zellen durch Umwachsung der Dotterballen sich die Herrschaft über den Dotter erringen, der Zustand entsteht, auf den die Bezeichnung „Dotter in den Zellen“ anwendbar ist. Somit kann ich auch die grossen Ballen und kleineren Körner bezw. Tropfen, welche sich in den Zellen des geschichteten Epithels finden, nicht als „Producte des Stoffwechsels“ der Entoblastzellen ansehen, wie v. Kölliker will (S. 176), sondern ich sehe in ihnen die anfangs weniger, später stärker veränderten Bestandtheile des Dotters selbst.

Indem ich hier die Unterschiede hervorhebe, welche meine Ansicht von der Kölliker'schen trennen, bemerke ich, dass ich damit nichts von eigenen früheren Angaben zurückzunehmen habe. Zu dieser Aeusserung veranlasst mich die unrichtige Beziehung, welche zwischen meiner früheren Mittheilung und den Arbeiten v. Kölliker's hergestellt worden ist, woran Disse die Schuld trägt. Disse citirt in einer Arbeit (5), in welcher er die Kölliker'sche Ansicht von dem zelligen Aufbau des Keimwalles („Keimwulstes“ v. Kölliker) bekämpft, nicht weniger als fünf mal „Kölliker und H. Virchow“ „H. Virchow und Kölliker“, in dem Glauben, als müsse meine Arbeit, da sie in dem von Herrn v. Kölliker geleiteten Institute entstanden war, auch genau die Ansichten des Leiters enthalten. Hierzu bemerke ich, dass die Wahl meines Themas eine selbstständige war, und dass ich unabhängig zu meinen Ergebnissen und Anschauungen gelangte; ferner, dass die Präparate, auf welche sich meine Untersuchungen stützten, eigene waren, ja dass ich bis zum Abschluss meiner Arbeit auch nicht eines der Präparate, auf welche sich die Kölliker'sche Beschreibung bezog, gesehen habe. Wenn also zwischen unseren Mittheilungen Uebereinstimmung herrschte, so war diese gerade so werthvoll, wie sie zwischen zwei von einander unabhängigen Arbeiten immer ist. Andererseits aber musste nicht nothwendig diese Uebereinstimmung eine vollkommene sein, wie sie es auch nicht war, denn v. Kölliker behauptete, dass der peripherische Entoblast („Keimwulst“) bis an den Rand heran zellig gegliedert sei; ich aber behauptete das nicht, sondern ich sagte, (mit Rücksicht auf die Keimscheibe von 16 Stunden): „Ob die zellige Abgliederung sich über den ganzen Keimwulst fortsetzt, oder ob sie auf die genannten Theile beschränkt ist, möchte sich schwer entscheiden lassen“, d. h. meine Präparate setzten mich nicht in den Stand, über die peripherischen Abschnitte zu urtheilen, und so hielt ich mein Urtheil zurück. Das war aber für Disse nicht deutlich, vielmehr brachte dieser meine eigenen Worte — „Indessen ist es

nicht möglich, zellige Gliederung auf grössere Strecken zu demonstriren" — gesperrt gedruckt, um sie alsdann gegen mich, d. h. gegen die mir untergeschobene Meinung auszuspielen. Ich gebe zu, was ich auch damals nicht verborgen habe, dass meine Kenntniss eine unfertige war, und ich gebe auch zu, dass es ungeschickt war, den Ausdruck „Keimwulst", welchen v. Kölliker gebrauchte, obwohl er in anderem Sinne von Götte schon verwendet war, anzunehmen. Ich würde auf diese Missdeutung meiner Arbeit nicht zurückgekommen sein, wenn ich nicht später öfters nicht in meinem eigenen Sinne, sondern in dem Disse's angeführt worden wäre, z. B. von Waldeyer (31. S. 60) und His (13. S. 77).

Ich versuche, den theoretischen Werth der Lehren von His, Kölliker und Duval zu wägen. Die His'sche Lehre von den Schicksalen des Keimwalles kann wenig befriedigen; es dürfte schwer sein, sich eine Theorie auszusinnen, gegen welche eine grössere Fülle schwerer Einwände zu erheben ist. Anfangs war sie behaftet mit der Annahme von der zelligen Natur des weissen Dotters. Hiergegen sprach sich jedermann aus, und Waldeyer vollzog gewissermassen an der His'schen Parablastlehre die lebensrettende Operation, indem er die zellige Natur des weissen Dotters beseitigte; befreit von diesem Gewächs schien sich die Parablastlehre, von Waldeyer in dem bekannten Aufsatze Archiblast und Parablast erweitert, zu neuer Lebensfrische zu erheben. Indessen genauere Untersuchungen wiesen mehr und mehr die Entstehung „parablastischer" Gebilde aus der Embryonalanlage nach, und zur Zeit sind von der ganzen Gruppe wohl nur noch die Blutzellen übrig, denen viele den Ursprung aus dem Dotter oder Dotterentoblasten wahren möchten. Während so der Bestand des „Parablasten" immer mehr abbröckelte, da die Gewebe der Bindesubstanzgruppe sich anderweitig versorgt fanden, trat andrerseits das Dottersackepithel mit Ansprüchen an den Keimwall heran. His hat diese Ansprüche anerkannt, aber wie! Er machte, so zu sagen, einen Strich durch den Keimwall und theilte die obere Seite dem Parablasten, die untere dem Dottersackepithel zu, indem er erklärte (11. p. 285): „Als Endresultat der beiderseitigen Umbildungen verbleibt einmal die Schicht der Gefässe und ein ihr von unten her anliegendes einschichtiges Epithel." So lässt sich der Dottersackentoblast nicht abspeisen! Allerdings ist das „Endresultat" ein einschichtiges Epithel, aber vor diesem Endresultat kommt das geschichtete Epithel, und dieses verlangt als sein Gebiet den Keimwall in seiner ganzen Dicke. Sollen also daneben noch andere Bestandtheile vom Keimwalle abgegeben werden, so wird erst noch sehr genau untersucht werden müssen, wie deren Ansprüche zu befriedigen sind. Hierzu kommt, dass, wie Waldeyer

sehr treffend bemerkt (31. p. 18), His damit, dass er die Herkunft des Dottersackepithels aus dem Keimwall einräumt, ja die Abstammung eines „archiblastischen" Gewebes aus dieser Gegend zugiebt. In den letzten Arbeiten von His ist es denn auch von dem Dottersackepithel recht still geworden, und man fühlt heraus, dass die Anerkennung desselben von Seiten von His nie eine recht freudige war. Endlich ist dann noch zu erinnern, dass doch die „Keimwallformation", die später als Formation der Aussenzone des Dotterhofes sich immer weiter und zuletzt bis an den distalen Pol vorschiebt, räumlich nicht auf den weissen Dotter und zeitlich nicht auf die Periode der Blutbildung beschränkt ist; und welche Bestimmung hat sie denn dann, nachdem Blut und Gefässe gebildet sind? Hieran scheint weder His noch irgend ein anderer der Parablastiker je gedacht zu haben.

Die Ansicht v. Kölliker's ist, vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, durch ihre Einfachheit überzeugend und überdies dadurch, dass nur Entwicklungsvorgänge von gewöhnlichem Typus vorgeführt werden, gewinnend: der peripherische Entoblast („Keimwulst" v. Kölliker) ist aus rundlichen Zellen aufgebaut, gegen den Dotter abgeschlossen und liefert nur Dottersackepithel. Indessen zwei Punkte lassen theoretisch unbefriedigt, erstens die Frage des Inhaltes der Zellen und zweitens die vergleichende Betrachtung. Der Inhalt der Zellen ist allerdings in proximalen Abschnitten (s. 5 in Fig. 20 meiner Taf. XI), soweit der perilecithale Spalt reicht, verschieden von dem unterliegenden Dotter, dagegen in distalen Abschnitten 3 u. 4 meiner Fig. 20) hat der Dotter im Bereiche des Entoblasten die gleiche Beschaffenheit wie unterhalb des letzteren. Das spricht dafür, dass der Inhalt von den Zellen in geformtem Zustande als „Rohmaterial" aufgenommen wird. Bei dieser Gelegenheit möchte ich bemerken, dass der Gegensatz in den Ansichten von Kölliker und His über die Zusammensetzung des organisirten Keimwalles (His) oder Keimwulstes (v. Kölliker) sich grossentheils darauf zurückführen lässt, dass beide Forscher nicht genau die gleiche Stelle der Präparate bez. nicht die gleiche Stufe der Entwicklung zum Ausgangspunkte ihrer Erklärung machen. v. Kölliker behauptet zwar, dass der gesammte „Keimwulst" bis an den Rand heran zellig gegliedert und von dem Dotter abgeschlossen sei, aber seine Beschreibung passt doch hauptsächlich auf den Abschnitt 5, um bei meiner Fig. 20 zu bleiben; His dagegen kennt zwar auch den Abschnitt 5, aber seine Auffassung stützt sich im Wesentlichen auf den Abschnitt 3 und 4.

Der vergleichenden Betrachtung gegenüber lässt die v. Kölliker'sche Auffassung unbefriedigt insofern, als von diesem Entoblasten,

der in völliger Abgeschlossenheit gegen den Dotter fortwächst, keine Verbindung zu den Verhältnissen der Dotterfurchung hinüberführt, welche wir bei den Reptilien in ausgedehnter und bei Ichthyophis in uneingeschränkter Weise herrschend finden.

Die Ansicht von Duval endlich zeichnet sich gleichfalls durch grosse Einfachheit, wenn auch nicht durch ebenso grosse Einfachheit, wie die v. Kölliker's aus; denn Duval lässt auch Bestandtheile der Blutinseln aus der Gegend des Dotterentoblasten hervorgehen. Was letzteres betrifft, so verheisst Duval in seiner Arbeit vom Jahre 1884 eine bereits abgeschlossene Mittheilung über die Blutentwicklung als unmittelbar bevorstehend; soviel ich weiss, ist eine solche nicht erschienen, so dass wir uns nur durch die graue Farbe der Blutinseln auf den Figuren des Atlas (8), welche mit der des Keimwalles übereinstimmt, können überzeugen lassen, wenn wir für einen derartigen Beweis zugänglich sind. Im Uebrigen aber hat die Formation des „Dotterentoblasten", die wir in der Darstellung Duvals vom proximalen bis zum distalen Pole in unveränderter Form fortschreiten sehen, keine anderen Beziehungen, als die zum Dottersackepithel. Der Vorgang, durch welchen die eine Formation in die andere übergeleitet wird, ist der der „secundären Furchung" (im Sinne Duvals, nicht Waldeyers) oder „Dotterfurchung"; und da wir diesen Vorgang schon im Boden und in den Rändern der subgerminalen Höhle wirksam sahen, so verknüpft sich in der Darstellung von Duval das Spätere mit dem Frühesten; ja es verknüpfen sich auch die Zustände des Dotterorganes der Vögel mit denen der Dotterorgane von Reptilien und Amphibien. Die Darstellung Duval's gewinnt dadurch eine bedeutende theoretische Kraft, und wir würden ihr unbedingt geneigt sein, wenn sie nicht, wie angeführt wurde, (p. 344) nach der Seite der thatsächlichen Beweise so schlecht begründet wäre.

Ich gehe nun auf die theoretische Seite meiner eigenen Anschauung ein und sehe zu, wie sich das in dem vorliegenden Kapitel Mitgetheilte zu anderen Meinungen und sodann wie es sich zu den anderen Stadien der Entwicklung und zu vergleichend anatomischen Thatsachen verhält.

Ueber die Frage, ob aus dem Dotterentoblasten noch andere Bestandtheile, insbesondere Blutzellen, abgegeben werden, äussere ich mich nicht; betone jedoch, dass alle Erscheinungen, welche ich am Dotterentoblasten beobachtet habe, ihre volle Erklärung durch die Beziehung auf Ausbildung des Epithels finden, so dass die Erscheinungen, welche auf Blutzellenbildung oder andere Formationen zu beziehen sein sollten, von anderer, gewissermassen versteckter und bisher nicht genauer bekannter Art sein müssten. Mit v. Kölliker stimme ich darin überein, dass der Entoblast bis zum Keimhautrande

geht, dass der Entoblastrand vom Dotter getrennt ist, und dass sich aus dem Dotterentoblasten geschichtetes Epithel, die Vorstufe des einschichtigen entwickelt. Ich sehe auch die Abweichung, in welcher sich unsere Meinungen beziehentlich der Formation des Keimwalles („Keimwulstes" v. Kölliker) befinden, nicht als principiell an, da ja eine vorübergehende Aenderung der Zellenform von keiner tieferen Bedeutung ist (p. 343). Immerhin muss bemerkt werden, dass bei meiner Vorstellung eine gewisse active Locomotion der Entoblastzellen angenommen wird, welche über die Schiebung durch Wachsthum hinausgeht. Auch hinsichtlich der Einschlüsse weiche ich von Kölliker ab, da ich glaube, dass im Stadium des Dotterentoblasten der Inhalt im geformten Zustande von den Zellen umschlossen wird. Ich kann jedoch andrerseits, im Gegensatze zu Duval und auch zu Waldeyer, die beide von „secundärer Furchung", obwohl in verschiedenem Sinne, sprechen, eine solche nicht finden, da die in den Dotter eindringenden entoblastischen Elemente von einer zellig gegliederten Formation abstammen, da sie selbst in abgeschlossenen Zellen bestehen, und da ihre Vermehrung nicht durch Theilung freier Kerne sondern durch Theilung von Zellen geschieht.

Stelle ich das Gesagte mit demjenigen zusammen, was ich über andere Stadien und über andere Dotterorgane theils selbst weiss, theils in der Litteratur finde, so muss ich zwei Punkte selbst hervorheben, in welchen meiner Auffassung anscheinend die Einheitlichkeit fehlt; sie betreffen erstens den Vorgang der Bildung der Dottersackentoblastzellen und zweitens die Aufnahme des Inhalts. Ich will beides betrachten.

Dass die Dotterfurchung im Boden und in den Wänden der subgerminalen Höhle vorkommt, die weitere Ausbreitung des Dotterentoblasten aber durch Einwachsen von Zellen geschehe, möchte als ein Widerspruch noch nicht empfunden werden; dass aber die Dotterfurchung bei Reptilien in so starker und bei Amphibien in ausschliesslicher Weise die Bildung von Dotterentoblastzellen bestimmt, das allerdings steht zu der von mir für das Huhn vertretenen Ansicht im Gegensatze und tritt uns noch bedeutungsvoller entgegen, da sowohl bei Reptilien wie bei Ichthyophis (24. p. 103) das Endergebniss des Vorganges ein einschichtiges Epithel ist wie beim Huhne. Aber eben hieraus schliesse ich, dass es sich um eine principielle Verschiedenheit beider Vorgänge nicht handeln kann. Ich muss es jedoch anderen Untersuchungen überlassen, diese Frage genauer zu beleuchten.

Die Aufnahme von Inhalt geschieht in der Formation des Dotterentoblasten so, dass grössere geformte Bestandtheile umschlossen werden, in der Formation des einschichtigen Epithels dagegen so,

dass der Dotter in gelöstem oder körnigem Zustande aufgenommen wird. Diesen Unterschied müssen wir festhalten und ihn als einen wesentlichen bezeichnen. Die specifische Formation für den einen Zustand ist die „Formation des Dotterentoblasten" bezw. des „organisirten Keimwalles" bezw. der Aussenzone des Dotterhofes; die specifische Formation für den anderen ist das einschichtige Epithel. Die Zwischenstufe zwischen beiden ist das geschichtete Epithel oder die Formation der Innenzone des Dotterhofes. So lange noch das Epithel geschichtet ist, sind in demselben wesentliche Bestandtheile ursprünglich aufgenommenen Materiales enthalten, und ich möchte auf dasjenige hinweisen, was über den Dottersack des zwölften Tages früher bemerkt wurde (p. 301). Es tritt aber noch ein wesentliches Merkmal der Unterscheidung beider Zustände hinzu: Die bindegewebige Wand und die in ihr liegenden Blutgefässe, zu denen das einschichtige Epithel in nahe Beziehung tritt. Auf dem Mesodermrande, in dem Kölliker'schen Grenzwulste, vollzieht sich die Umordnung des Epithels aus dem geschichteten in den einschichtigen Zustand. So haben wir also vor uns zwei Formen des Dottersackentoblasten, von denen wir die erste die des „Dotterentoblasten" und die zweite die des „Dottersackepithels" nennen können; eine primäre und eine secundäre, eine niedere und eine höhere Form. Die niedere oder primäre Form erkennen wir bei Ichthyophis in ihrer vollen Bedeutung: Dotterzellen erfüllen den ganzen Innenraum; ein regelloser Haufen entsteht, ein Bild niederer ungeordneter Zustände. Dass es mit der verdauenden Thätigkeit der Dotterentoblastzellen langsam vor sich gehe, glaube ich nach dem, was ich über das Huhn mitgetheilt habe, annehmen zu dürfen. Hier muss der geordnete, wirksamere secundäre Zustand eingreifen, der sich durch die Vereinigung verschiedener Gewebsformen zu einem Organ, durch die einschichtige Lage der Zellen, durch die Ausbildung reicher Oberflächengestaltung und durch ein dichtes Gefässnetz als ein höherer ankündigt. Wir wissen nicht, in welchem Zeitpunkte dieser wirksamere Apparat zu arbeiten beginnt; vielleicht geschieht es erst von der Mitte der Brützeit an. Ich will darüber keine Meinung äussern. Aber es ist doch daran zu erinnern, dass bis dahin der Inhalt des Dotterraumes an Menge nicht ab- sondern zunimmt: Flüssigkeit wird an die Oberfläche des Dotters ergossen, diesen aufzuschwemmen, vielleicht zu verändern; wir wissen leider nicht, ob die Flüssigkeit Fermente enthält; wäre das der Fall, so würde der Begriff des Dotterorganes noch um einen wesentlichen Zug reicher werden. Während des zweiten, dritten, vierten Tages und wohl in den folgenden sehen wir in der Innenzone der Area vitellina reichliche Zellenvermehrung und dabei auffallende Niedrig-

keit des geschichteten Epithels, Leere der Zellen hier und grossentheils in dem einschichtigen Epithel. Anscheinend wird hier wesentlich an der Vergrösserung der Fläche gearbeitet, während die resorbirende Thätigkeit eingeschränkt ist, ja wohl stellenweise ruht. Währenddessen setzt die Formation des Dotterentoblasten einstweilen ihre Aufnahme von Dotter im Zustande des Rohmateriales fort; dem Mesodermrande in der Umwachsung des Dotters vorauseilend, erreicht sie allmählich den distalen Pol. Da sie um so wirksamer sein muss, je zahlreicher ihre Zellen sind, so treffen wir diese in mehrfacher Lagerung, während dagegen einschichtige Lagerung vortheilhaft ist für den höheren Zustand, bei welchem die an den Kuppen aufgenommenen Dotterbestandtheile in der Zelle verarbeitet, am anderen Ende den Gefässen zugeführt werden.

Litteratur.

1. Agassiz (Clark), Contribution to the natural hist. of the Unit. St. of America. Vol. II Part. III. Boston 1857.
2. Baer, C. E. v., Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. I. Theil. Königsberg 1828.
3. Bonnet, R., Grundriss der Entwickelungsgeschichte der Haussäugethiere. Berlin bei Parey 1891.
4. Courty, Annales des sc. natur. III. sér. vol. IX. 1848.
5. Disse, Die Entstehung des Blutes und der ersten Gefässe im Hühnerei. Arch. f. mikr. Anat. XVI. Bd. 1879.
6. Duval, Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseaux. Journal de l'anatomie et de la physiologie. XX. année 1884 S. 201.
7. Duval, De la formation du blastoderme dans l'oeuf d'oiseau. Annales des sc. nat. zool. VI. sér. t. XVIII p. 1.
8. Duval, Atlas d'embryologie. Paris 1889 bei Masson.
9. Götte, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Arch. f. mikr. Anat. X. Bd. 1874.
10. His, W., Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868 bei W. Vogel.
11. His, W., Der Keimwall des Hühnereies und die Entstehung der parablastischen Zellen. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Bd. I 1876 p. 274.
12. His, W., Neue Untersuchungen über die Bildung des Hühnerembryo. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. 1877 p. 112.
13. His, W., Die Lehre vom Bindesubstanzkeim (Parablast.) Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abth. 1882 p. 62.
14. Kölliker, A., Zur Entwickelung der Keimblätter im Hühnerei. Verhandl. der phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. VIII. Bd. 1875.
15. Kölliker, A., Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Aufl. Leipzig 1879 bei W. Engelmann.
16. Kölliker, A., Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe. Zeitschrift für wissensch. Zool. 40. Bd. p. 179.

17. Koller, C., Beiträge zur Kenntniss des Hühnerkeims im Beginne der Bebrütung. Akad. der Wissensch. 80. Bd. Wien 1879.
18. Kowalewski, M. v., Ueber die ersten Entwickelungsprocesse der Knochenfische. Zeitschr. für wissensch. Zool. 48. Bd. 1886 p. 434.
19. Leydig, F., Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852 bei W. Engelmann.
20. Pander, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eye. Würzburg 1817.
21. Rauber, Die Stellung des Hühnchens im Entwickelungsplan. Leipzig 1876 bei W. Engelmann.
22. Rindfleisch, Ed., Die Elemente der Pathologie. 2. Aufl. Leipzig 1883 bei W. Engelmann.
23. Sachs, J., Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig 1882 bei W. Engelmann.
24. Sarasin P. und Sarasin F., Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. II. Bd. Zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus. Wiesbaden 1889 bei Kreidel.
25. v. Siebold und Stannius, Handbuch der Zootomie. II. Theil. Die Wirbelthiere.
26. Strahl, Die Dottersackwand und der Parablast der Eidechse. Zeitschr. für wissensch. Zool. 45. Bd. 1887 S 282.
27. Toldt, Lehrbuch der Gewebelehre. III. Aufl. Stuttgart 1888.
28. Virchow, H., Ueber das Epithel des Dottersackes im Hühnerei. In. Diss. Berlin 1875 bei G. Schade.
29. Virchow H., Ueber die physikalisch zu erklärenden Erscheinungen, welche am Dotter des Hühnereies bei der mikroskopischen Untersuchung sichtbar werden. Sitzungsber. d. Akademie d. Wissensch. Berlin 1888.
30. Virchow, R., Ueber das ausgebreitete Vorkommen einer dem Nervenmark analogen Substanz in den thierischen Geweben. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. und f. klin. Med. VI. Bd. 1854 S. 562.
31. Waldeyer, W., Archiblast und Parablast. Arch. f. mikr. Anat. 22. Bd. 1883 S. 1.
32. Zumstein, Ueber das Mesoderm der Vogelkeimscheibe. In. Diss. Bern 1887.

H. Virchow

Berlin 19. Mai 1891.

Tafel X.

Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Tafel X.

Fig. 1. Keimscheibe von 27 Stunden, 13 mal vergrössert; s. S. 237.

P. Primitivrinne.
M. Mesoderm.
M' Mesodermrand.
W. Entoblastwülste in der Area pellucida s. S.
E. Kranz von Entoblastwülsten im Randgebiet der Area opaca.

Fig. 2. Querschnitt durch die Mitte der gleichen Keimscheibe. Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Gitter oder Blatt des Dottersackes, epithelfrei; s. S. 255.

Fig. 4—9. Epithel des Eiweisssackes. Leitz VIII. O.; s. S. 275.

Fig. 4. Von einem Präparate des 12. Tages. Niedrig cylindrisches Epithel.

Fig. 5. Von Präp. des 13. Tages. Kubisches Epithel; die platten Zellen senden Ausläufer in's Bindegewebe.

Fig. 6. Von Präp. des 13. Tages. Hoch cylindrisches Epithel; Kuppen und Seitentheile der Zellen protoplasmatisch, die Innentheile unterhalb der Kerne hyalin.

Fig. 7. Von Präp. des 13. Tages. Epithel von faden- und keulenförmigen Zellen; zottenbildend.

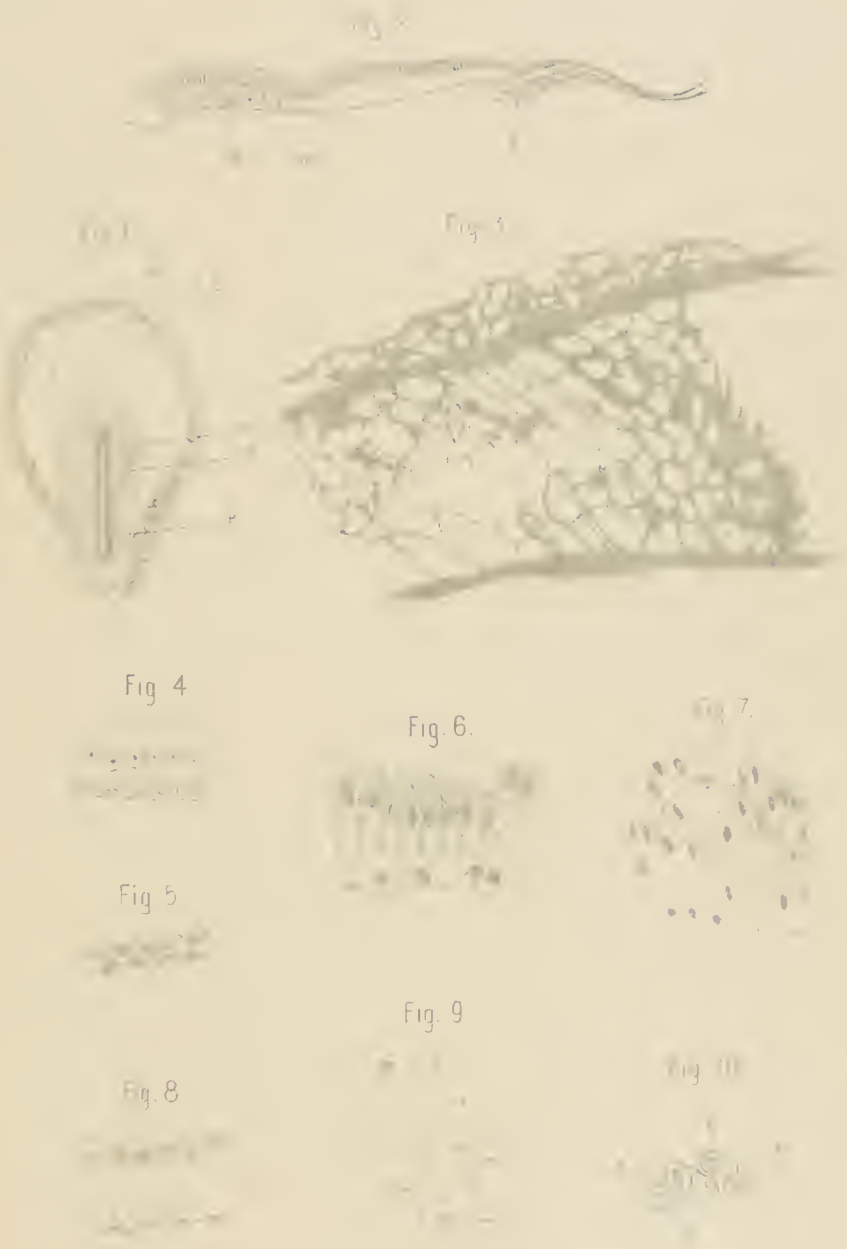
Fig. 8. Von Präp. des 16. Tages. Hohes blasiges Epithel.

Fig. 9. Von Präp. des 12. Tages. Grossblasiges Epithel, zottenbildend; in die Achse der Zotte steigt vielleicht, jedoch nicht sicher, zartes Bindegewebe mit Capillaren auf.

Fig. 10—15. Dottergang in zwölfmaligen Vergrösserungen; s. S. 291.

Fig. 10. Dottergang vom 14. Tage quer.

A. Arteria vitellina.
V. Vena vitellina.
D. Dottergang.



H. Virchow gez. Photolith u. Druck H. Riffarth, Berlin.

H Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Verlag von August Hirschwald in Berlin

Tafel XI.

Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Tafel XI.

Fig. 11. Dottergang vom 19. Tage quer.

A. V. D. wie in Fig. 10.

m. Längsfaserschicht, wahrscheinlich glatte Muskelfasern.

Fig. 12. Dottergang vom 4. Tage nach dem Ausschlüpfen quer.

Bezeichnungen wie in Fig. 10 u. 11.

Fig. 13. Dottergang vom 5. bis 6. Tage nach dem Ausschlüpfen. Die kleinen runden Löcher sind Durchschnitte von schlauchartigen Ausstülpungen des Hauptganges.

Fig. 14. Dottergang vom 19. Tage längs, in den Dottersack sich öffnend.

A. V. D. wie in Fig. 10 u. 11.

Ds. Dottersack.

Fig. 15. Dottergang vom 1. Tage nach dem Ausschlüpfen, Dünndarm und Dottersack verbindend.

D. Dottergang.

Ds. Dottersack.

P. Papille (s. S. 00.)

V. Leisten.

L. Lieberkühn'sche Drüsen.

Mes. Mesenterium.

Fig. 16 bis 19. Hohes Epithel des Dottersackes vom 12. u. 13. Tage. Leitz VIII. O. s. S. 297.

Fig. 16. Eine Zelle von der proximalen Gegend des Dottersackes im Flächenbilde.

Fig. 17 bis 19. Drei Zellen vom Aequator des Dottersackes in Seitenansicht.

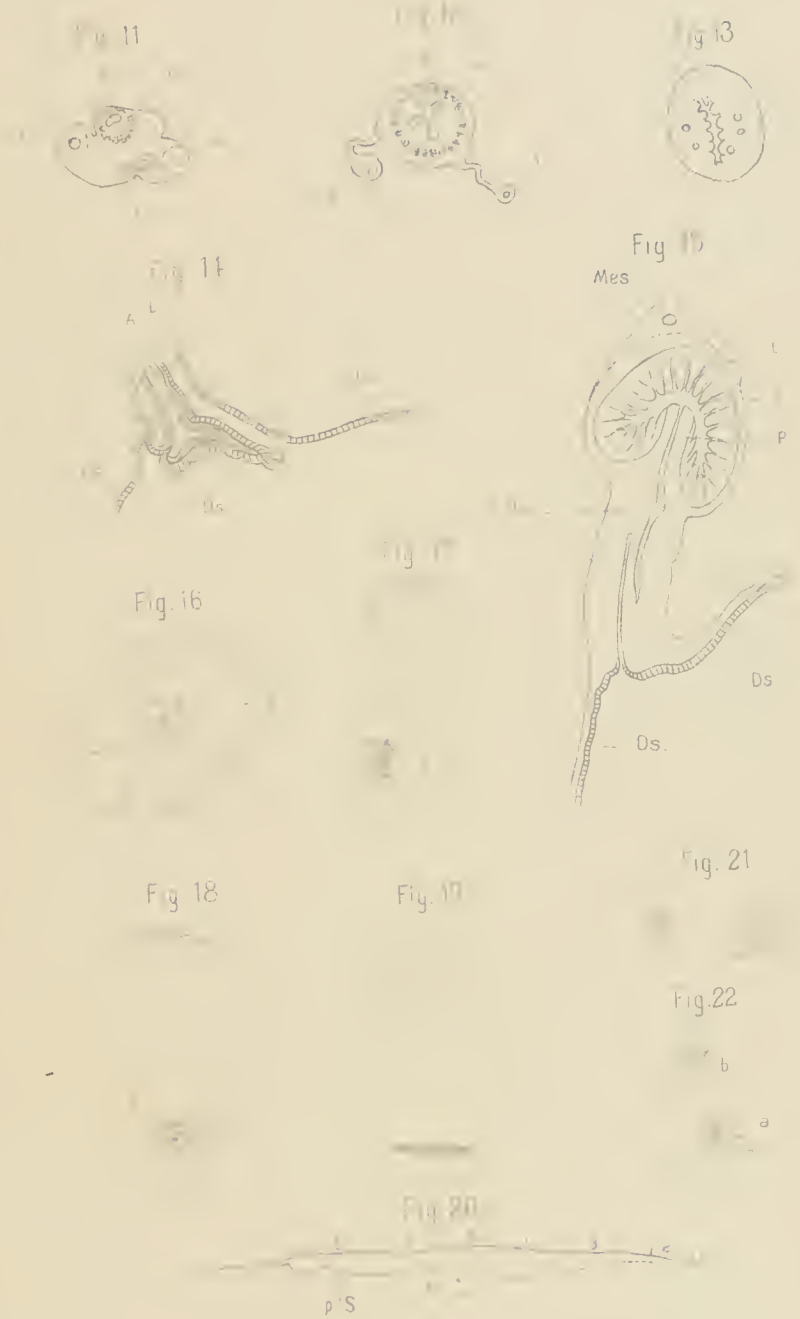
Fig. 20. Radiärer Durchschnitt durch die Area opaca einer Keimscheibe nach 24 stündiger Bebrütung, zwölfmal vergrössert. Die Zahlen 1 bis 5 bezeichnen die auf einander folgenden Stufen der Entwickelung vom Randsaume bis zum geschichteten Epithel. Erklärung auf Seite 330.

p. S. perilecithaler Spalt.

Fig. 21 und 22. Dotterentoblastzellen Leitz VIII. O.

Fig. 21. Von dem Punkte a der Fig. 20 s. S. 340.

Fig. 22. Von dem Punkte b der Fig. 20 s. S. 341.



H Virchow gez. Photolith u. Druck H Ruffarth, Berlin.

H. Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Verlag von August Hirschwald in Berlin

Tafel XII.

Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Tafel XII.

Fig. 23. Keimscheibe mit vier Urwirbeln, 31 bis 32 Stunden gebrütet; achtzehnmal vergrössert. Nur die Blutinseln sind gezeichnet, aber nicht die Entoblastwülste; s. S. 234.

p. Rand der Area pellucida.
m. Vorwachsender Mesodermrand.
E. Entoblastwülste.

Fig. 24. Keimscheibe mit elf (zwölf) Urwirbeln, 46 Stunden gebrütet; vierzehnmal vergrössert. Nur die Entoblastwülste und nicht die Blutinseln sind dargestellt; s. S. 235.

W. Grenzwulst des Gefässbezirkes.

Fig 23.

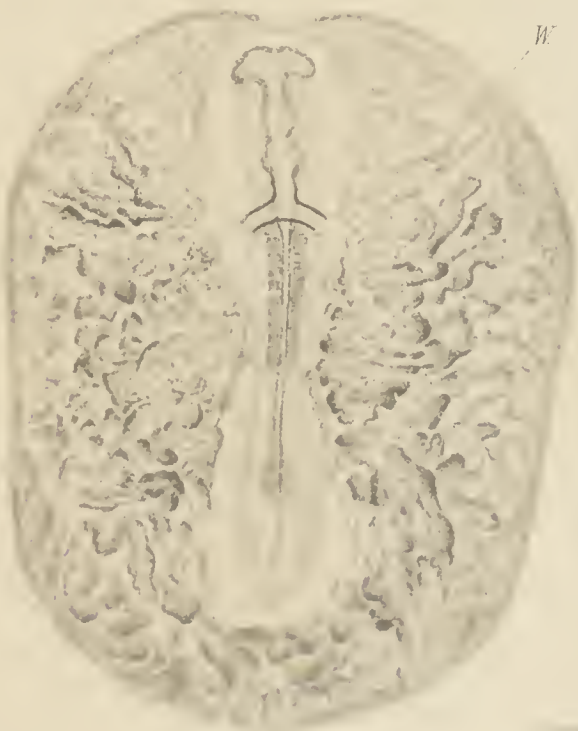


Fig 24

H. Virchow Der Dottersack des Huhnes

August Hirschwald

Tafel XIII.

Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Tafel XIII.

Fig. 25. Stück des Dottersackes einer im Ausschlüpfen begriffenen Ente, zweimal vergrössert. Erklärung s. S. 254.

Fig. 26. Stück des Dottersackes eines zwölf Tage bebrüteten Hühnchens, 5,5 mal vergrössert. Erklärung s. S. 256.

A. Arterie.

V. Venenwulst.

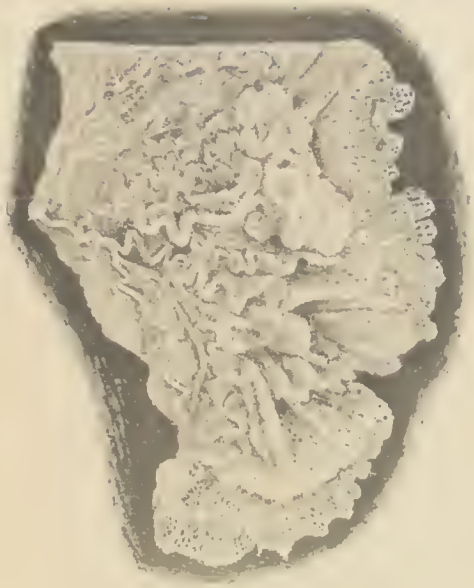


Fig. 25.

Fig. 26.

H. Virchow Der Dottersack des Huhnes

August Hirschwald

Tafel XIV.

Virchow: Der Dottersack des Huhnes.

Tafel XIV.

Fig. 27. Stück eines Blattes von dem gleichen Dottersacke wie in Fig. 26, fünfzigmal vergrössert; s. S. 256. Die Wand selbst ist vollkommen abgeschnitten, so dass nur das Blatt, und dieses in reiner Seitenansicht, vorliegt. Man sieht links die durch ihre Umhüllung von Epithelzellen hindurchschimmernde Arterie (A), rechts den Venenwulst (V), innerhalb dessen die Vene, von Epithelzellen gänzlich eingehüllt und unsichtbar gemacht, steckt. Die Zellengrenzen sind durch Versilberung hervorgehoben.

Fig. 28. Ein Stück der Fig. 26, stärker, im Ganzen fünfzig mal, vergrössert; s. S. 256. Die Zellengrenzen sind durch Versilberung hervorgehoben. Ueber die von einschichtigem Epithel bedeckte Wand erhebt sich ein Wulst nebst Seitenwulst. Dort, wo der Wulst halb in Seitenansicht sichtbar wird, erkennt man, dass er von Löchern durchbrochen ist. In seinem gewundenen Rande (V) ist eine Vene eingeschlossen, in der glatt verlaufenden Basis sieht man eine Arterie (A) durch das Epithel hindurchschimmern.

Fig. 27

Fig. 28.

Photogravure u. Druck v. Giffarth, Berlin.

H. Virchow: Der Dottersack des Huhnes.